



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE ÁCIDOS GRAXOS E DE
HISTAMINA EM PESCADO CONSUMIDO NO ESTADO DE SERGIPE

ACENINI LIMA BALIEIRO

SÃO CRISTÓVÃO-SE

Fevereiro/2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE ÁCIDOS GRAXOS E DE
HISTAMINA EM PESCADO CONSUMIDO NO ESTADO DE SERGIPE

ACENINI LIMA BALIEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain

Agência Financiadora: CNPq

SÃO CRISTÓVÃO – SE
Fevereiro/2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE ÁCIDOS GRAXOS E DE
HISTAMINA EM PESCADO CONSUMIDO NO ESTADO DE SERGIPE

Autor: Acenini Lima Balieiro

Orientador: Prof^o. Dr^o. Narendra Narain

Banca Examinadora:

Prof^o. Dr^o. Narendra Narain
Orientador/NUCTA-UFS

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Nunes
Examinador Interno/NUCTA-UFS

Prof^a. Dr^a. Ana Rosa da Rocha Araújo
Examinador Externo/Engenharia de Pesca-UFS

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ilson Batista Balieiro e Ana Lúcia Lima Balieiro, vocês dedicaram-me seu amor para que eu pudesse existir: mais que isso, trabalharam sacrificando seus sonhos em favor dos meus.

Por tudo sou infinitamente grata.

CURRICULUM VITAE

Tecnóloga Agroindustrial de Alimentos pela UEPA (2007).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por iluminar-me, concedendo-me forças para o término deste trabalho.

Aos meus pais, Ilson e Ana Lúcia pelo amor, carinho e incentivo em todas as horas.

Aos meus irmãos Salmus e Chara por transmitir segurança e tranquilidade necessários para conciliar e ir até o fim.

A Marcleison, pela paciência, amor, compreensão e sua amizade incondicional.

Ao meu orientador Prof^o. Dr^o. Narendra Narain pela paciência, confiança e ensinamentos nos momentos conclusivos deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a Maria Lucia Nunes pelo carinho e atenção durante a elaboração deste trabalho.

À ajuda e ensinamentos da Prof^a. Dr^a. Jane Moreira e Prof. Dr Marcelo Alexandre com as análises cromatográficas.

Aos meus amigos de turma Mestrado pela força e amizade.

Aos meus amigos e companheiros do Laboratório de Análises Cromatográficas e *Flavor*, Patrícia, Flávia, Marizeth e Anderson pelo incentivo, constante estímulo, e pela disposição em ajudar sempre que necessário.

Às minhas amigas Ana Lúcia, Karen e Mércia pelo apoio em todos os momentos, sem vocês toda essa minha caminhada seria muito mais difícil.

À Universidade Federal de Sergipe pelo apoio material e humano.

Muito obrigada.

SUMÁRIO	Pag.
AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
SIMBOLOS E ABREVIATURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS	3
2.1.Geral	3
2.2.Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Características gerais dos crustáceos	4
3.1.1. Siri (<i>Callinectes sapidus</i>)	4
3.1.2. Caranguejo (<i>Ucides cordatus</i>)	7
3.2. Características gerais dos peixes	14
3.2.1. Robalo (<i>Centropomus parallelus</i>)	14
3.2.2. Cavala (<i>Scomberomorus cavalla</i>)	18
3.3. Intoxicação escombróide	22
3.4. Aminoácidos biogênicos	24
3.4.1. Definição e importância nos alimentos	24
3.4.2. Classificação	27
3.4.3. Histamina	27
3.4.3.1. Métodos de identificação de histamina	31
3.5. Ácidos graxos	34
4. MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1. Material	37
4.2. Métodos de análise de pescado	37
4.2.1. Determinação da composição química	37
4.2.2. Bases Voláteis Totais (BVT) e Trimetilamina (TMA)	38
4.2.3. Índice de Rancidez (IR)	38
4.3. Ácidos graxos	38
4.3.1. Preparação dos ésteres metílicos	38
4.3.2. Identificação e quantificação dos ésteres metílicos	39

4.4. Histamina	40
4.4.1. Estudo preliminar da metodologia para extração e determinação de histamina	40
4.4.2. Isolamento e Identificação de Histamina	42
4.4.3. Metodologia de análise pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	42
4.4.3.1. Preparo da solução padrão	42
4.4.3.2. Extração de histamina pelo método adaptado	43
4.4.3.3. Método de separação e identificação	43
4.5. Análise Estatística	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1. Características químicas do pescado	44
5.1.1. Composição química	44
5.1.2. Bases Voláteis Totais e Trimetilamina	47
5.1.3. Índice de Rancidez	48
5.2. Perfil dos ácidos graxos do pescado	49
5.3. Teores de histamina no pescado	53
5.3.1. Resultados preliminares de histamina	53
5.3.2. Quantificação de histamina	57
6. CONCLUSÕES	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

RESUMO

A histamina é uma importante amina biogênica e usada como um dos critérios para o controle de qualidade do pescado. A ingestão dessa substância em quantidades elevadas pode causar intoxicações, por esta razão sua presença não pode ultrapassar 10 mg/100g. Devido à grande aceitação da cavala, robalo, caranguejo e siri na culinária nordestina, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar o teor de histamina, a composição centesimal, determinar os ácidos graxos, em amostras de pescado adquiridos no mercado municipal (Lote A1) e supermercados (Lote A2) na cidade de Aracaju-SE. Foram realizadas análises químicas de composição centesimal, bases voláteis totais (BVT), trimetilamina (TMA), índice de rancidez (TBA), determinação do perfil de ácidos graxos e histamina. Para a quantificação de histamina, as amostras foram injetadas em sistema cromatográfico com coluna VP-ODS C18, fase móvel constituída de solução tampão fosfato 0,025 M (pH 2,5) e metanol HPLC (95:5 v/v), fluxo de 1mL/min, comprimento de onda monitorados em 210 nm. A quantificação foi realizada por método de adição de padrão externo através da curva de calibração. O caranguejo no Lote A1 e Lote A2, apresentaram elevados teores 79,40 e 83,75% de umidade respectivamente, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$). A cavala apresentou o maior percentual de proteína sendo (25,1 e 22,08% nos Lotes A1 e A2, respectivamente, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$). Entre as espécies estudadas, o siri apresentou o maior valor de cinzas (1,92% e 1,22%) e lipídeos (1,34% e 1,54%) nos dois lotes, respectivamente, porém não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$). O robalo apresentou-se com maior valor médio para BVT (19,68 e 21,03 mg/100g). As amostras de cavala do Lote A1, apresentaram os maiores valores de ácido tiobarbitúrico (TBA) com médias de 5,45 mg malonaldeído /kg e TMA (10,7 e 9,51 mg/100g) havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os lotes. Em relação ao TBA, o robalo do Lote A2 apresentou-se com valores médios de 8,56 mg malonaldeído/kg. Quanto aos ácidos graxos, a cavala do Lote A2 apresentou o maior percentual de ácidos graxos saturados (72,53%), destacando-se o ácido palmítico com 44,67%. Já nos monoinsaturados, o robalo apresentou a maior predominância com 21,85%, destacando-se ácido oléico (C18:1 ω -3) que apresentou uma concentração de 16,53%. O teor de histamina, foi observada em todas as amostras analisadas em todos os períodos de amostragem, entretanto, foram detectados entre as espécies estudadas elevados valores no robalo do Lote A1 com concentrações médias de 15,15; 19,52 mg/100g de histamina nos tempos (T1-manhã, T2-meio-dia e T3-fim de tarde), respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o robalo obtido do mercado municipal apresentou elevados teores de histamina, com concentrações em valores que acima de 10 mg/100g os quais são capazes de causar sintomas de intoxicação e assim representam perigo à saúde dos consumidores.

Palavras chaves: histamina, CLAE, cavala, robalo, caranguejo, siri, ácidos graxos

ABSTRACT

Histamine is an important biogenic amine found in some fish and used as a criterion for the control of food quality. The ingestion of this substance in high amounts can cause intoxication, therefore its presence cannot exceed 10 mg/100g. Due to the wide acceptance of mackerel, sea bass, crab and siri consumption in the Northeast, this work was planned to determine the chemical composition including that of total volatile bases (TVB), trimethylamine (TMA), index of rancidity (TBA), fatty acids and to evaluate and quantify the concentration of histamine in fish samples, purchased from the Central Market (Lot A1) and supermarket (Lot A2) in the city of Aracaju-SE. In the analysis of histamine quantification, the samples were injected into the chromatographic system using the column VP-ODS C18; the mobile phase consisted of phosphate buffer 0.025 M (pH 2.5) and HPLC grade methanol (95:5 v/v) and wavelength was monitored at 210 nm. Quantification was performed from the calibration curve prepared by using the method of external standard addition. The results demonstrated high levels of 79.40% and 83.75% moisture for crab in the Lots A1 and A2, respectively and these data were significantly different ($p \leq 0.05$) between each other. The mackerel had the highest percentage of protein (25.1% and 22.08% in Lots A1 and A2, respectively), showing also significant difference ($p \leq 0.05$) between the values. Samples of Lot A1 of mackerel possessed higher values of thiobarbituric acid (TBA) with an average of 5.45 mg malonaldehyde/kg. Among the species studied, the crab showed the highest ash (1.92% and 1.22%) and lipids (1.34% and 1.54%) contents in two lots, respectively, however, there was no significant difference ($p \leq 0.05$) between these. The sea bass presented higher mean value for TVB (19.68 and 21.03 mg/100 g) and TMA (10.7 and 9.51 mg/100 g), characterizing the values to be significantly different ($p \leq 0.05$) between the lots. In the case of TBA, the sea bass of Lot A2 presented an average value of 8.56 mg malonaldehyde/kg. As for fatty acids, mackerel Lot A2 had the highest percentage of saturated fatty acids (72.53%), principal being palmitic acid which constituted 44.67%. However, in the case of monounsaturated fatty acids, the sea bass had the highest prevalence with 21.85% and $\omega 3$ oleic acid representing a concentration of 16.53%. Histamine was found to be present in all the samples analyzed and collected at different sampling periods. However among all the species studied in this work, higher values of histamine were found in sea bass of Lot A1 with average concentrations of 15.15 and 19.52 mg/100g in fish collected at morning, afternoon and evening periods, respectively. According to the results, it was observed that the sea bass obtained from the municipal market had higher levels of histamine, with concentrations in values above 10 mg/100 which are capable of causing symptoms of poisoning and hence pose a danger to consumer health.

Key words: Histamine, HPLC, mackerel, sea bass, crab, blue crab, fatty acids.

ÍNDICE DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1 - Características químicas da carne de siri (<i>Callinectes sapidus</i>) segundo diversos autores.	6
Tabela 2 - Produção de pescado marítimo e estuarino no Estado de Sergipe, por classe, no ano de 2005.	8
Tabela 3 - Descrição morfológica do caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>).	10
Tabela 4 - Características químicas da carne do caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>), segundo diversos autores.	11
Tabela 5 - Características químicas da carne de robalo (<i>Centropomus parallelus</i>) segundo diversos autores.	16
Tabela 6 - Características químicas da carne de cavala (<i>Scomberomorus cavalla</i>) segundo diversos autores.	20
Tabela 7 - Surto de intoxicação histamínica após consumo de peixes.	22
Tabela 8 - Propriedades físico-químicas da histamina.	29
Tabela 9 - Métodos de extração utilizados para determinação de histamina no pescado estudado.	40
Tabela 10 - Composição química de diversos lotes (A1 e A2) das diferentes espécies de pescado.	45
Tabela 11 - Valores de umidade em caranguejo segundo diversos autores.	46
Tabela 12 - Valores de cinzas e lipídeos em siri encontrados por diversos autores.	47
Tabela 13 - Perfil de ácidos graxos encontrados no pescado.	50
Tabela 14 - Valores de histamina (mg/100g) determinadas no sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)) em peixes e crustáceos – Testes preliminares.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 - Esquema de um siri-azul do gênero <i>Callinectes</i> mostrando algumas características utilizadas na identificação das diversas espécies.	7
Figura 2 - Morfologia externa do caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>).	9
Figura 3 - Fluxograma do processo de obtenção da carne do caranguejo-uçá.	12
Figura 4 - Exemplar do robalo (<i>Centropomus parallelus</i>).	14
Figura 5 - Exemplar de cavala (<i>Scomberomorus cavalla</i>)	19
Figura 6 - Conversão do aminoácido histidina em histamina	27
Figura 7 - Cromatograma (A) e espectro (B), obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência de histamina padrão.	39
Figura 8 - Curva padrão da quantificação de histamina utilizada no método CLAE.	42
Figura 9 - Teores de histamina na cavala dos Lotes A1 e A2.	58
Figura 10 - Teores de histamina no robalo dos Lotes A1 e A2.	59
Figura 11 - Teores de histamina no caranguejo dos Lotes A1 e A2.	62
Figura 12 - Teores de histamina no siri dos Lotes A1 e A2.	62
Gráfico 1 - Distribuição dos casos de intoxicação segundo o agente causado identificado.	29

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

ANOVA	Análise de variância
AGS	Ácidos Graxos Saturados
BVT	Bases Voláteis Totais
CCD	Cromatografia em Camada Delgada
CEPENE	Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste
CG	Cromatografia Gasosa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CTC	Comprimento Total da Carapaça
DAL	Dentes antero-laterais
DAD	<i>Diode Array Detector</i>
DF	Dedo Fixo
DM	Dedo Móvel
EL	Espinhos Laterais
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FDA	Food and Drugs Administration
FID	Detector de Ionização de Chama (<i>Flame Ionizing Detector</i>)
HCl	Ácido clorídrico
HIS	Histamina
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
ICCAT	<i>International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas</i>
Kcal	Kilocaloria
LANARA	Laboratório Nacional de Referência Animal
LTC	Largura Total da Carapaça
µg	Micrograma
µL	Microlitro
mg	Miligrama
PA	Patras Ambulatórias
pH	Potencial Hidrogeniônico
PN	Pata Natatória
PUT	Putrecina
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SPD	Espermidina
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SUDEPE	Superintendência do Desenvolvimento da Pesca
T	Tonelada
TCA	Ácido tricloroacético
TMA	Trimetilamina
TPM	Toxinas Paralisantes de Moluscos
TRP	Triptamina
UV	Ultravioleta

1. INTRODUÇÃO

O pescado é um alimento de elevado valor nutritivo sendo a principal fonte de proteína animal de alguns países costeiros. É muito perecível e deve ser manipulado dentro das exigências higiênico-sanitárias a fim de prevenir toxiinfecções alimentares. Alguns dos fatores que contribuem para este fato são as condições de higiene, transporte e armazenamento, o pH próximo à neutralidade, a elevada atividade de água nos tecidos, o alto teor de nutrientes, a quantidade de lipídios insaturados, a presença de pouco tecido conjuntivo, a ação das enzimas autolíticas presentes nos tecidos e a alta atividade metabólica da microbiota presente (SOARES *et al.*, 1998).

O pescado destaca-se principalmente por representar um significativo valor nutricional, pelo tipo de gordura predominante, além de ser a maior reserva de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente o eicosapentanoico (EPA-C20:5 ω -3) e o docosaexaenóico (DHA-C22:6 ω -3), da série ω -3, aos quais são atribuídos numerosos benefícios ao organismo humano como a redução de doenças coronárias e o teor de lipídeos no plasma sanguíneo, além de serem atribuídos outros efeitos imunológicos e antiinflamatórios, principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e auto-imunidade (Badolato *et al* 1991 *apud* MENEZES, 2006).

A presença de substâncias tóxicas em pescado e seus produtos provocam alterações causadas por enzimas endógenas, principalmente nos primeiros dias de armazenamento refrigerado. A detecção das alterações progressivas dessas substâncias no músculo do pescado, durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerá-las como potenciais índices de frescor e condições de armazenamento.

Teoricamente, todo o alimento que contenha proteínas e esteja sujeito a condições que facilitem o crescimento de microrganismos ou a atividade bioquímica destes, poderá favorecer o surgimento de amins biogênicas (PEÑA, 2006). Na área de alimentos, o termo amins biogênicas engloba substâncias como histamina, tiramina, espermina, cadaverina e putrescina, presentes em baixas quantidades nos alimentos e necessárias para as funções fisiológicas do homem e outros animais, mas que podem provocar efeitos tóxicos se consumidas em quantidades elevadas (SILLA SANTOS, 1996). A mais freqüente intoxicação alimentar causada por amins biogênicas é a reação alérgica à histamina. A histamina tem sido implicada como o agente causal em vários surtos de intoxicação alimentar (BARDO'CZ, 1993).

O teor de histamina também foi proposto como critério de qualidade de pescado, uma vez que baixos níveis são detectados em peixe recém-capturado enquanto sua concentração aumenta com a sua deterioração. Além disso, o conhecimento dos teores de histamina em pescado é útil na avaliação do seu potencial em causar intoxicação histamínica (LEITÃO, 1983). A determinação da quantidade de histamina tem sido usada como rotina nos procedimentos de controle de qualidade adotados pela maioria das indústrias pesqueiras.

A Segurança Alimentar é um tema que preocupa todo pessoal envolvido tanto na produção de produtos de alimentos quanto aos consumidores. Os especialistas necessitam desenvolver uma série de estudos e descobertas tecnológicas que impulsionam este interesse, indicando a responsabilidade destes na provisão de alimentos seguros. A exposição humana à substâncias tóxicas presentes nos alimentos pode ser estimada, de uma maneira geral, multiplicando o consumo do alimento por uma dada população pela concentração da substância presente no alimento. Risco para saúde pode existir quando esta exposição ultrapassa uma concentração toxicologicamente segura.

Considerando a segurança alimentar, esse trabalho propõe estudar e quantificar substâncias químicas, perfil de ácidos graxos e histamina em pescado comercializados no Estado de Sergipe.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Determinar a composição química, perfil de ácidos graxos e teor de histamina nas espécies de peixes: cavala (*Scomberomorus cavalla*), robalo (*Centropomus parallelus*) e crustáceos: caranguejo (*Ucides cordatus*) e siri (*Callinectes sapidus*), largamente comercializados no Estado de Sergipe.

2.2. Específicos

- Determinar a composição química, bases voláteis totais, trimetilamina, índice de rancidez das amostras comerciais encontradas em supermercados e feiras livres no Estado de Sergipe;
- Identificar e quantificar os ácidos graxos presentes nos peixes (cavala e robalo) e crustáceos (caranguejo e siri) encontrados em supermercados e feiras livres no Estado de Sergipe;
- Identificar e quantificar a concentração de histamina nos peixes cavala e robalo e crustáceos caranguejo e siri, através de cromatografia de alta resolução acoplada com UV/visível e DAD;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Características gerais dos crustáceos

3.1.1. Siri (*Callinectes sapidus*)

Siri é o nome dado a várias espécies de crustáceos, Decápodes Braquiúro, a qual pertence à família dos Portunídeos. Parte considerável da fauna bentônica associada às águas estuarinas é constituída por crustáceos braquiúros, destacando-se, entre eles, várias espécies de Portunidae, popularmente conhecidas como “sirís”. A produção pesqueira desses portunídeos seja significativa na economia nacional de alguns países. Nos Estados Unidos, por exemplo, a produção e a comercialização desse recurso são responsáveis por uma parcela importante do mercado interno de pescado (RODRIGUES, 2001).

No litoral brasileiro pode-se encontrar 14 espécies conhecidas e alguns exemplares com mais de 15 cm de envergadura, cuja longevidade foi estimada entre 2,5 e 3 anos. Apesar de possuírem 10 patas, os siris usam apenas quatro pares para se locomover. O par restante tem a forma de pinças, com as quais o animal se defende e prende os alimentos para levá-los à boca (GUERREIRO, 2006). Ele vive nas praias lodosas e podem subir pelos riachos que desembocam no mar. Embora a maioria viva no mar, há os que habitam as embocaduras dos rios ou mesmo pantanais e mangues (RODRIGUES, 2006).

De acordo com Buckup e Bond-Buckup (1999) *apud* VIRGA (2006), o siri-azul apresenta a seguinte classificação zoológica:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Classe: Malacostraca, Latreille, 1806

Subclasse: Eumalacostraca, Grobben, 1892

Ordem: Decapoda, Latreille, 1803

Superordem: Eucarida, Calman, 1904

Infraordem: Brachyura, Latreille, 1803

Família: Portunidae: Rafinesque, 1815

Superfamília: Portunoidea, Rafinesque, 1815

Gênero: *Callinectes* ssp

Espécie: *Callinectes sapidus*

O siri é carnívoro, alimentando-se de peixes, moluscos e outros crustáceos. Sua carne é muito apreciada e tem grande valor comercial (GUERREIRO, 2006).

O nome comum de siri-azul se deve às manchas azuis que possui em seu corpo. Sua cor pode variar de acinzentado, azulado ou verde de diversas tonalidades. Os espinhos podem ter tonalidades avermelhadas, os tubérculos das articulações das patas de cor laranja e as patas variando de azuis a brancas com traços de vermelho ou de verde amarronzado (RODRIGUES, 2006).

Os siris possuem grande aceitação na culinária nordestina, sendo a sua comercialização efetuada com os animais vivos e cozidos (BRANCO 1991).

O siri-azul é um importante produto pesqueiro de elevado valor comercial e seus subprodutos são exportados para várias partes da Europa, sua composição química e valor nutritivo foi expansivamente estudado em várias partes do mundo, pois seu potencial benefício à saúde se deve ao elevado teor de proteínas, vitaminas e ácidos graxos essenciais, sendo, portanto uma boa fonte de minerais (ÇELIK, 2004).

As características químicas da carne de siri-azul (Tabela 1) é basicamente água (78%), lipídeos (0,4%), proteínas (19,55%), e cinzas (2,13%). Além dessas substâncias, apresenta em sua composição uma quantidade significativa de cálcio (398,2 mg/100g) e fósforo (176,2 mg/100g) (KUÇUKGULMEZ, 2006).

Connor & Ling (1982) *apud* LIRA *et al* (2007), descreveram que crustáceos são boas fontes de ácidos graxos poliinsaturados especialmente da série ômega 3 (ω 3) e baixos níveis de ácidos graxos saturados. Lira *et al* (2007), estudaram o valor nutritivo de crustáceos e encontraram em siri-mole 12 ácidos graxos, com predominância de: ácido palmítico 24,3%; ácido oléico 13,9%; eicosapentaenóico 10,9%; ácido esteárico 9,4%. Encontraram também alguns ácidos poliinsaturados: linoléico 6,9%; palmitoléico 6,0%; α -linolênico 5,2% e docosaheptaenóico 2,8%.

Tabela 1: Características químicas da carne de siri (*Callinectes sapidus*), segundo diversos autores.

CARACTERÍSTICAS	AUTOR		
	GILLMAN, (2001)	GOKOULO & YERLIKAYA, (2003)	KUÇUKGULMEZ, (2006)
Proteína (%)	-	14,71±15	18,81±0,13
Lipídeos (%)	-	0,64±0,79	0,44±0,0
Umidade (%)	71,8	83,1±0,53	78,0±0,03
Cinzas (%)	7,4	1,39±0,01	2,13±0,0
Bases Voláteis Totais (BVT) (mg/100g)	143,9±6,8	-	-
Na (mg/100g)	-	266,8±8	663,95±1,34
K (mg/100g)	-	256,3±37	69,15±0,04
Ca (mg/100g)	-	149,2±45	398,2±4,10
Mg (mg/100g)	-	35,1±7	117,06±0,08
P (mg/100g)	-	135,2±12	176,24±0,33

Os animais são achatados dorso-ventralmente tendo a largura da carapaça duas vezes o comprimento do corpo. Possuem carapaça de cor azul esverdeada ou verde acinzentada no dorso com grânulos na região dorsal, distribuídos de acordo com as espécies. Apresentam dois espinhos (EL) nas laterais da carapaça e nove dentes antero-laterais (DAL) triangulares (Figura 1). A porção móvel da antena não é excluída da órbita. O corpo do quelípodo (QUEL) não possui espinho mesodistal; quelípodos de tamanhos moderados a grandes, com dois dedos, sendo o superior fixo (DF) e o inferior móvel (DM) com coloração dimórfica sexual (entre os sexos) (VIRGA, 2006).

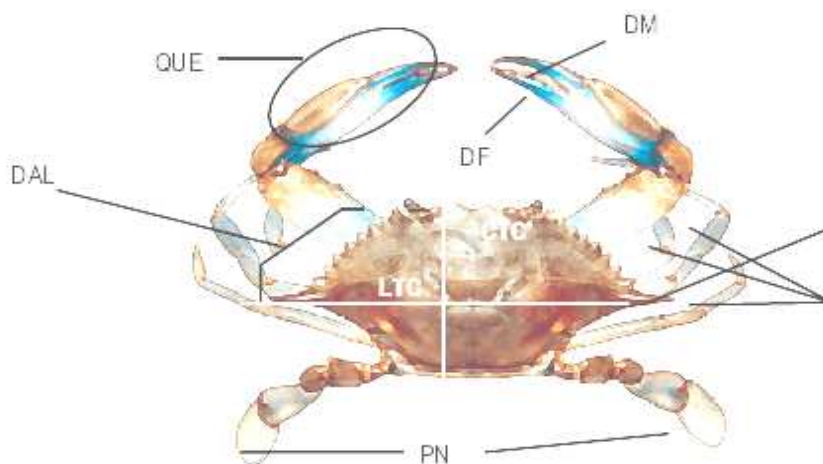


Figura 1. Esquema de um siris-azul do gênero *Callinectes* mostrando algumas características utilizadas na identificação das diversas espécies: EL espinhos laterais; DAL dentes antero-laterais; DM dedo móvel do quelípodo; DF dedo fixo do quelípodo; QUEL quelípodo; LTC largura total da carapaça (horizontal, de espinho a espinho); CTC comprimento total do corpo (vertical); PA patas ambulatórias ou pereiópodo; PN pata natatória ou pleópodo.
Fonte: Virga, (2006).

No Brasil existe um grande potencial pesqueiro para as espécies do gênero *Callinectes*, sendo que a captura desses siris ainda é praticada de forma artesanal por pequenas comunidades pesqueiras distribuídas por todo o litoral. Essa dispersão do esforço de pesca e a inexistência de uma rede de coleta de dados de produção pesqueira bem definida impedem a consolidação de estatísticas seguras que permitam estimar o volume real de desembarque desses crustáceos no País (RODRIGUES, 2001).

3.1.2. Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)

Os manguezais são identificados como uma unidade ecológica da qual dependem dois terços da população pesqueira do mundo. É o ponto de partida para o sustento nutricional de uma enorme diversidade de animais, muitos dos quais de grande importância econômica. Oferecem condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies, sendo considerados importantes transformadores na reciclagem de nutrientes e de matéria orgânica (CASTRO, 2008).

O Estado de Sergipe, apesar de sua pequena extensão de costa (163 km), possui uma significativa área de manguezais que por sua estrutura e disponibilidade de alimento, contém numerosas espécies de grande importância econômica tais como, peixes, crustáceos e

moluscos que utilizam esse habitat para alimentação, reprodução, desova, crescimento e proteção contra predadores e nesse ecossistema; encontra-se entre outras o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), uma espécie de crustáceo muito apreciado como alimento em várias regiões brasileiras, possuindo grande importância econômica (HATTORI *et al*, 2003).

A produção total de pescado marítimo estimada nesse Estado, no ano 2005, foi de 6.161,3 toneladas (Tabela 2), onde os crustáceos contribuíram com 35,3%, os peixes tiveram uma participação de 61,0% e os moluscos com 3,7% (CEPENE, 2007).

Tabela 2: Produção de pescado marítimo e estuarino no Estado de Sergipe, por classe, no ano de 2005.

CLASSES	PRODUÇÃO (t)	%
Peixes	3.758,8	61,0
Crustáceos	2.173,8	35,3
Moluscos	228,7	3,7
Total	6.161,3	100,0

Fonte: CEPENE (2007).

Segundo a classificação de mercadorias exportadas, o Brasil comercializa caranguejos congelados e conservas de caranguejo, mas em quantidades pouco expressivas. Os principais mercados, para a produção brasileira de caranguejos, foram o asiático para onde foram exportados 69,53% do produto total, seguido do europeu e norte americano com 25,10% e 4,87%, respectivamente (SOARES, 2005).

O caranguejo-uçá destaca-se entre os crustáceos de maior importância nos manguezais. A subespécie *U. cordatus*, popularmente conhecida no Brasil como caranguejo-uçá, castanhão, caranguejo do mangue ou caranguejo-verdadeiro, foi registrada pela primeira vez no litoral brasileiro no início do século XIV por jesuítas e viajantes portugueses (CASTILHO, 2006).

O gênero *Ucides*, inicialmente incluído como membro da família Gecarcinidae, foi posteriormente inserido em Ocypodidae devido a uma maior similaridade morfológica com esta família. O gênero *Ucides* compreendia inicialmente duas espécies, *Ucides cordatus* e *Ucides occidentalis*. Posteriormente, adotou-se uma classificação embasada em observações fenotípicas e na distribuição geográfica que considera a existência de duas subespécies, *Ucides cordatus occidentalis* (Ortmann, 1897) e *U. cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) que

se insere na posição sistemática descrita a seguir (Diele, 2000; Rodrigues & Hebling, 1989; Spivak, 1997 *apud* CASTILHO, 2006):

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Classe: Malacostraca

Ordem: Decapoda

Infraordem: Brachyura

Família: Ocypodidae

Gênero: *Ucides*

Espécie: *Ucides cordatus*

Subespécie: *Ucides cordatus cordatus*

O *U. cordatus* possui carapaça de coloração que varia de azul-celeste a marrom escuro, pereiópodos lilás ou roxos, quando na fase juvenil, e de cor ferruginosa ou marrom-escuro, pouco antes da muda em exemplares adultos (PINHEIRO & FISCARELLI, 2001). O caranguejo-uçá vive em regiões de mangue não muito afastadas do mar, em galerias que variam desde cerca de 0,50 cm até 1,50 cm de profundidade, construídas nas zonas atingidas pelas marés, onde se encontra grande variedade de plantas e animais (IVO, 1999). A Figura 2 apresenta a morfologia externa do caranguejo-uçá.



Figura 2: Morfologia externa do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*).
Fonte: Silva (2008).

Vários produtos de importância econômica podem ser extraídos comercialmente desses animais, dentre eles: a quitina do exoesqueleto, para produção de anticoagulantes;

cosméticos, emulsões fotográficas, adesivos químicos, entre outros; e as vísceras e resíduos da extração de carne, utilizados na composição de fertilizantes ou rações. No entanto, a carne ainda é o principal produto de comércio, possuindo conteúdo protéico de fácil digestão, bem como excelente fonte de vitaminas, (HATTORI, 2006).

O *U. cordatus* foi identificado por Melo (1996) *apud* CASTILHO (2006) como uma espécie de grande porte, que apresenta as características descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição morfológica de (*Ucides cordatus*).

Estrutura	Descrição Morfológica
Carapaça	Transversalmente subelíptica, pouco mais larga do que longa, fortemente convexa longitudinalmente.
Largura fronto-orbital	Apresentando não mais de 2/3 da largura máxima da carapaça nos machos adultos. A fronte se alarga em direção à base, não subespatular e com margens regularmente curvas, convergindo posteriormente.
Córnea	Ligeiramente inflada, ocupando menos da metade do pedúnculo ocular.
Quelípodos	Desiguais em ambos os sexos.
Dados da quela maior	Ligeiramente maiores do que a palma.
Patas ambulatórias 2-4	Com longa franja de pêlos sedosos, especialmente no carpo e própodo, apenas em machos.
Coxa das patas 3-4	Franjas de pêlos reduzidas ou ausentes nas faces opostas da coxa das terceiras e quartas patas.

Fonte: Castilho (2006).

Tabela 4 apresenta as características químicas da carne caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), segundo diversos autores.

Tabela 4: Características químicas da carne do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), segundo diversos autores.

CARACTERÍSTICAS	AUTOR						
	PEDROSA & COZZOLINO (2001)	PINHEIRO (2001)	ADEYEYE (2002)	SKONBERG (2002)	NACKZC (2004)	XU (2008)	CHEN <i>et al.</i> (2007)
Proteína (%)	13,30±0,47	-	20,48	17,7±0,1	-	-	18,9
Lipídeos (%)	0,49±0,03	1,8±1,5	2,18	0,6±0,2	3,6±4,8	-	0,9
Umidade (%)	-	66,2±7,9	-	78,9±0,5	79,1± 0,4	-	78,8
Cinzas (%)	1,01±0,06	-	2,18	2,2±0,0	-	-	1,39
Bases Voláteis							
Totais (BVT)	-	-	-	-	-	9,87±0,82	-
(mg/100g)							
Óxido de							
trimetilamina	-	-	-	-	-	0,07±0,03	-
(TMA) (mg/100g)							

No que se refere ao valor nutricional da carne de *U. cordatus*, é um alimento rico em proteínas com baixos teores lipídicos e calóricos; é uma excelente fonte de minerais, particularmente cálcio, zinco, ferro, potássio e fósforo (ADEYEYE, 2002). Seu rendimento médio de proteínas assimiláveis em torno de 18,5 a 40,0% para caranguejos fêmeas e de 20,5 a 34,8% para caranguejos machos. A carne de *U. cordatus* apresenta o teor médio de colesterol em 56,6 mg/100g e o valor energético médio em 93,0 kcal/100g. Em relação à composição química centesimal, os seguintes valores médios foram encontrados: 76,6% de umidade; 19,9% de proteína total; 1,0% de lipídios totais; 2,3% de cinzas; e, 1,1% de carboidratos (CASTILHO, 2006).

Lira *et al.* (2007), avaliaram a composição de ácidos graxos em caranguejo-uçá e identificaram 8 ácidos graxos: α -oléico 26,1%; palmítico 21,0%; linoléico 14,8%; esteárico 9,0%; eicosapentaenóico 8,6% e α -linolênico 5,4%, os autores concluíram que o caranguejo-

uçá é considerado um alimento com excelente fonte do ácido graxo poliinsaturado α -linolênico. Esses autores também estudaram o ácido palmítico em mariscos e encontraram em sururu (27,06%), maçunim (22,45%), unha-de-velho (26,75%).

A produção da carne do caranguejo-uçá, popularmente conhecida como “massa” de caranguejo é uma atividade bastante explorada. A obtenção deste produto se dá pela extração manual, realizada por várias famílias que não apresentam condições adequadas de higiene. A carne de caranguejo é regularmente consumida por todos os níveis da população e freqüentemente está associada a eventos de doenças de origem alimentar (MIYAKE, 2008).

Podem ser encontradas em mercados e feiras livres, lojas especializadas em pescados ou supermercados, embalados ou não em envoltório plástico. Em geral, esse produto não é beneficiado em estabelecimentos licenciados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) sendo, provavelmente, preparado sem nenhum controle higiênico durante o processamento, inclusive com a possibilidade de apresentar uma alta contaminação bacteriana (Ogawa *et al*, 2004 *apud* OGAWA, 2008).

O processamento da extração da carne do caranguejo está apresentado na Figura 3.

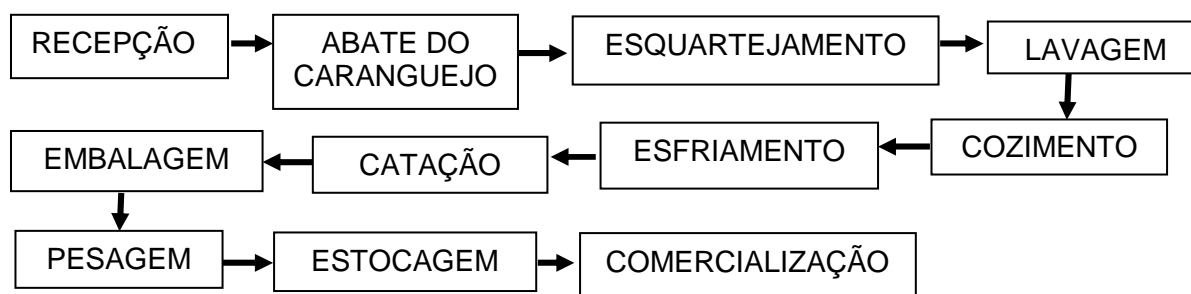


Figura 3: Fluxograma do processo de obtenção da carne do caranguejo-uçá.

Geralmente, nenhum padrão de qualidade da carne é obedecido, pois ela apresenta grandes quantidades de fragmentos de carapaça e cartilagem, além de coágulos de hemolinfa. Este último fator contribui para a coloração não atraente do produto comercial, facilmente observada através da embalagem plástica transparente (Ogawa *et al.*, 2006 *apud* OGAWA, 2008).

O procedimento de processamento da carne de caranguejo utilizado na indústria envolve principalmente a pasteurização, congelamento e conservas. Embora o frescor e a temperatura sejam essenciais para um produto transformado de alta qualidade, as condições ideais de morte dos caranguejos ocorrem freqüentemente no sistema de transportes ou na unidade de transformação. O frescor da matéria-prima é considerado um fator determinante da

qualidade dos produtos e segurança. Além disso, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a segurança alimentar (Lehane & Olley, 2000 *apud* XU, 2008).

3.2.1. Robalo (*Centropomus parallelus*)

O *Centropomus parallelus* também conhecido popularmente como robalo peba é abundante na foz de muitos rios. São peixes marinhos e costeiros que utilizam os rios e estuários durante todas as fases do seu ciclo de vida em busca de boa qualidade ambiental e disponibilidade de alimento (Gilmore *et al.*, 1983 *apud* BITTENCOURT, 2009). Habitam, portanto, as principais bacias hidrográficas de sua área de ocorrência nos seus cursos inferiores. São consideradas 12 espécies válidas, com distribuição geográfica nas Américas do Norte, Central e do Sul, sendo seis espécies no Pacífico e seis no Atlântico. Para a costa brasileira são citadas quatro espécies: *Centropomus undecimalis*, *Centropomus parallelus*, *Centropomus ensiferus* e *Centropomus pectinatus*, sendo as que as duas primeiras são predominantes. Por possuírem alto valor comercial é intensamente capturado, o que consequentemente tem provocado redução dos estoques naturais destes peixes (BARROSO *et al.*, 2005).

A família Centropomidae (“snook” ou robalos), possui espécies de grande valor comercial em águas tropicais e subtropicais costeira, estuarina, lagunar e até doce; têm grande importância na pesca comercial e recreativa, e são hoje intensamente cultivados e exportados da Ásia e da África para outros países (CARVALHO, 2006). Nas Américas, a subfamília Centropominae é representada por doze espécies do gênero *Centropomus*. Seis espécies estão distribuídas na costa pacífico-americana (*C. medius*, *C. nigrescens*, *C. viridis*, *C. unionensis*, *C. robalito* e *C. armatus*) e seis na costa atlântico-americana (*C. undecimalis*, *C. parallelus*, *C. mexicanus*, *C. ensiferus*, *C. pectinatus* e *C. poeyi*).

A distribuição da subfamília Centropominae coincide, aproximadamente, com a dos ecossistemas de manguezal, seu principal habitat (MARSHALL, 1958; GILMORE *et al.*, 1983). O limite sul de distribuição dos robalos é o litoral sul do Brasil, sendo registrada a ocorrência de apenas duas espécies nesta região, a saber, *C. undecimalis* e *C. parallelus* (Figueiredo & Meneses, 1980 *apud* CARVALHO, 2006).

O gênero *Centropomus* é encontrado na plataforma continental das Zonas Tropical e Subtropical do Atlântico e do Pacífico, em ambos os lados do continente americano. Tendo em vista o propósito de padronizar sua nomenclatura, as espécies componentes desse gênero

são conhecidas como robalo ou camorim em Português, *snook* em Inglês, *robalo* em Espanhol e *brochet* ou *loubine* em Francês.

A classificação taxonômica dessas espécies é a seguinte (Greenwood, 1976; Nelson, 1984; Patrona, 1984; Rivas (1986) *apud* CARVALHO, 2006:

Filo: *Chordata*

Subfilo: *Vertebrata*

Classe: *Actinopterygii*

Superclasse: *Osteichthyes*

Subclasse: *Actinopterygii*

Ordem: *Perciformes*

Subordem: *Percoidei*

Família: *Centropomidae*

Gênero: *Centropomus*

Espécies: *C. undecimalis* e *C. parallelus*

Das seis espécies de robalo encontradas no Oceano Atlântico, quatro são capturadas no litoral do Brasil, dentre as quais se destacam o robalo-flecha (*C. undecimalis*), que ocorre desde a Carolina do Norte (EUA) até Rio de Janeiro – Brasil, e o robalo-peva (*C. parallelus*) cuja área de distribuição se estende desde a Flórida (EUA) até Florianópolis – Brasil. O robalo-flecha é a maior espécie da família, apresentando coloração acinzentada no dorso, com reflexos esverdeados, e ventre esbranquiçado; linha lateral formada por uma listra longitudinal negra que se estende ao longo do corpo até o final da nadadeira caudal. O robalo-peva tem menor porte, e apresenta dorso cinza-esverdeado e flancos prateados (CARVALHO, 1992).



Figura 4: Exemplar do robalo (*Centropomus parallelus*).

Fonte: Carvalho (2006).

Os robalos são muito semelhantes, podendo-se basear em duas ou três características para distinguí-las: (a) o segundo espinho da nadadeira anal ultrapassa o terceiro espinho, em *C. parallelus*, mas não ultrapassa em *C. undecimalis*; (b) o comprimento padrão é de 4 a 4,8 vezes maior do que a altura máxima do corpo em *C. undecimalis*, e de 3,6 vezes em *C. parallelus*; (c) a parte dorsal do corpo é mais escura, a linha lateral é mais bem pigmentada e apresenta maior contraste em relação ao colorido geral do corpo em *C. undecimalis* do que em *C. parallelus* (Figura 4).

Os centropomídeos são marinhos, eurialinos, encontrados tanto no mar, como nas águas salobras e interiores, com movimentos sazonais entre a água doce e salgada e, quando ocorrem no mar, habitam regiões costeiras. São peixes rústicos, migratórios, diádromos e dependentes de estuários; ambiente imprescindível ao seu período reprodutivo e ciclo de vida (AOKI *et al*, 2002).

O Brasil é um dos maiores produtores destas espécies, seguido por México e os dois países juntos representam mais de 70% das capturas. Quanto ao total de peixes da espécie *Centropomus* capturados nos últimos 10 anos, ocorreu um incremento significativo em 1993, mas, a partir daí ocorreram pequenas oscilações nas capturas, chegando a 12.405 t em 1999. No Brasil, a captura do robalo se manteve relativamente estável entre 1990 e 1999, atingindo cerca de 3.000 t em 2001, sendo que a maior parte das capturas provém da pesca artesanal (CERQUEIRA, 2002).

O robalo é considerado um dos recursos pesqueiros mais importantes, do ponto de vista social, para as populações humanas tradicionais do litoral do país. A exploração desse recurso, inicialmente equilibrada e sustentável, exercida principalmente como fonte de subsistência, através da pesca, passou a ser cada vez mais intensiva em decorrência da demanda do mercado e da pesca recreativa. Em estados nordestinos, porém, existe uma produção tradicional de *C. undecimalis*, baseada no recrutamento de indivíduos jovens para engorda em viveiros estuarinos naturais, cujo volume não é contabilizado nas estatísticas pesqueiras (TIBA, 2007).

Segundo Cerqueira (2002), o robalo peba é um peixe com a carne muito apreciada e de alto valor comercial, tendo uma grande importância social, pois sua captura é proveniente basicamente da pesca artesanal, que é responsável por cerca de metade da produção nacional dos peixes, sendo esta arte de pesca responsável por garantir uma grande variedade de alimento para a população.

No Brasil, apesar da potencialidade do robalo, estudos ecofisiológicos, pesquisas dirigidas e tecnologias para sua criação são incipientes. Com o advento da tecnologia de

desova induzida da espécie *C. parallelus*, desenvolvida pelo Laboratório de Piscicultura Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina, abre-se a perspectiva da implantação de uma piscicultura intensiva com o robalo, peixe de alta aceitação pela culinária nacional e pesca desportiva (AOKI, 2002).

A Tabela 5 apresenta as características químicas da carne de robalo (*Centropomus parallelus*) segundo diversos autores.

Tabela 5: Características químicas da carne de robalo (*Centropomus parallelus*), segundo diversos autores.

CARACTERÍSTICAS	AUTOR			
	ALASALVAR (2002)	KYRANA (2002)	TALIADOURO (2003)	MENEZES (2006)
Proteína (%)	-	19,4	-	18,29±1,16
Lipídeos (%)	-	4,81±0,97	-	2,5±0
Umidade (%)	72,2±1,8	76,72±0,94	-	79,62±1,07
Cinzas (%)	1,5±0,1	1,23±0,02	-	1,09±0,15
pH		6,41±0,01		
Bases Voláteis Totais (BVT) (mg/100g)	-	18,98±0,30	27,2 ±0.33	-
Trimetilamina (TMA) (mg/100g)	-	0,40±0,02	-	-
Fe (µg/g)	63,1±5,86	-	-	-
Al (µg/g)	6,61±0,47	-	-	-
Ti (µg/g)	1,59±0,09	-	-	-
V (µg/g)	0,9±0,01	-	-	-
Ácidos graxos livres	-	3,21±0,09		-
AGS (%)	33,4	-	-	65,71
ω-3	35,6	-	-	-

Grigorakis *et al* (2002) pesquisaram o robalo selvagem e encontraram elevados níveis de ácido araquidônico. Alasalvar *et al*, (2002), estudaram a composição lipídica e os ácidos graxos no robalo selvagem e encontraram elevadas proporções de ácido mirístico, araquídico,

oléico, eicosenóico, docosaenóico, linoléico e α -linolênico, e baixas proporções de palmítico, esteárico, araquidônico, eicosapentaenóico, docosapentaenóico e docosaheptaenóico. A razão de ácidos graxos saturados e ácidos graxos polienóicos $\omega 3/\omega 6$ foram altos e baixos valores para ácidos graxo monoenoícos. A maioria identificada por esses autores foram o ácido palmítico; esteárico; oléico; icosapentaenóico e docosaheptaenóico. Esses autores avaliaram também o teor de umidade e cinzas e encontraram (72,2%) e (1,5%), respectivamente, além disso, estudaram composição mineral obtendo (63,1 $\mu\text{g/g}$) de Fe, (6,61 $\mu\text{g/g}$) de alumínio e (1,59 $\mu\text{g/g}$) de vanádio.

Menezes (2006) estudou o valor nutricional de algumas espécies de peixes entre eles o robalo (camurim) e encontrou os seguintes valores médios de proteína (18,29%), lipídeos (2,5%), umidade (79,62%) e cinzas (1,09%), além disso, avaliaram a composição de ácidos graxos e descreveram os seguintes em ordem decrescente: a) saturados: C15:0 (20,33%), C16:0 (14,38%), C18:0 (11,93%), C17:0 (9,87%), C14:0 (7,09%) e C12:0 (2,11%); b) monoinsaturados: C17:1 (7,78%), C18:1 ω 9 (4,88%) e C16:1 ω 7 (4,79%); c) poliinsaturados: C22:5 ω 3 (4,61%), C20:5 ω 3 (4,28%), C18:2 ω 6 (4,08%), C18:3 ω 3 (2,2%), C20:4 ω 6 (1,78%) e C22:6 ω 3 (0,93%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,27%; as médias do total de ácido graxo $\omega 6$ e $\omega 3$ foram 5,86% e 12,02%, respectivamente; e a relação $\omega 6/\omega 3$ foi de 1:2.

Taliadouro *et al*, (2003) estudaram as características químicas, sensoriais e microbiológicas de filé de robalo (*Dicentrarchus labrax*) estocados em gelo e descreveram o valor de BVT de 22,7 para 27,5 mgN/100 g de músculo e 27,2 para 34,8 mgN/100 g no filé durante 16 dias de estocagem de 0,25 e 1,51 mg/ 100 g de músculo estocados em 13 e 9 dias.

3.2.2. Cavala (*Scomberomorus cavalla*)

A cavala é um peixe escombrídeo ósseo marinho, tipicamente pelágico, formadores de cardumes e nadadores rápidos sendo que algumas espécies são costeiras, outras de alto mar. Distribuem-se por mares tropicais e subtropicais, e são considerados de grande importância comercial e esportiva (Collette & Nauen, 1983; Figueiredo & Menezes, 2000 *apud* ALVES, 2006). Atualmente, os escombrídeos representam uma parcela significativa do total de pescado capturado na costa brasileira. Dentre as espécies de escombrídeos capturadas, o bonito-listrado, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) corresponde ao recurso pesqueiro mais abundante, com cerca de 55% da captura total (Andrade, 2001 *apud* ALVES, 2006). Na região nordeste as cavalas *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo e Cavala-Camim,

1978 e *S. cavalla* (Cuvier, 1829) são abundantes e constituem importantes recursos para a pesca artesanal do Brasil (OLIVEIRA, 2005).

Nas pescarias comerciais artesanais do Nordeste registra-se a ocorrência de pelo menos três espécies importantes da família Scombridae: cavala ou cavala-verdadeira ou, ainda, cavala-branca (*Scomberomorus cavalla*), cavala-aipim ou cavala-empinge ou cavala-preta (*Acanthocybium solandri*) e a serra ou sororoca (*Scomberomorus brasiliensis*) (BEZERRA, 2005).

Praticamente toda a produção de cavala é vendida no mercado interno, e, relativamente outras espécies, o quilo do produto alcança um bom valor comercial, sendo qualificado como peixe de primeira, com destaque no estado do Ceará, onde participa como uma atração na culinária local. Em 2003 o preço médio de primeira comercialização no Ceará alcançou R\$ 5,10, sendo vendida no varejo entre R\$ 7,00 e R\$ 9,00/kg (pescado inteiro) (OLIVEIRA, 2005).

A cavala foi primeiro descrito por Cuvier em 1829. O gênero *Scomberomorus* é derivado do latim palavra "Scomber" = carapau e da palavra grega "Moros" = idiota, estúpido. A espécie *cavalla* provém do latim palavra "caballa" significado cavalo. Essa espécie tem aparecido na literatura sob uma variedade de nomes, embora estes sinônimos já não são válidos, eles incluem *Cybium acervum* Cuvier 1832, *Cybium caballa* Cuvier 1832, *Cybium immaculatum* Cuvier 1832, e *Scomberomorus caballa* Cuvier 1832 (ICCAT, 2006).

Segundo o ICCAT (*International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, 2006), a cavala apresenta a seguinte classificação zoológica:

Classe: Actinopterygii (peixes com raios nas barbatanas)

Ordem: Perciformes (Percas)

Família: Scombridae

Sub-família: Scombrinae

Espécie: *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829)

De acordo com a Figura 5, a cavala apresenta nadadeiras dorsais bem próximas, escamas pequenas, linha lateral sinuosa que se curva abruptamente sob a primeira dorsal; coloração azul-metálica escurecida no dorso, clareando nos flancos e com o ventre prateado, e, não possuindo pintas ou manchas quando adultos, presentes somente quando juvenis; corpo alongado, robusto e comprido lateralmente (altura correspondente a 1/6 do comprimento) com a maxila superior alcançando a margem posterior do olho; calda furcada, levemente lunada.

Não apresenta bexiga natatória. A espécie apresenta comprimento total médio de 184 cm, peso máximo 45,0 kg, idade máxima de 14 anos e tempo mínimo de duplicação da população de 4,5 anos. As fêmeas vivem até ao limite de 26 anos e do sexo masculino por até 24 anos (FISHBASE, 2008).



Figura 5: Exemplar de cavala (*Scomberomorus cavalla*)
Fonte: Carvalho (1992).

Vive em clima tropical, tendo distribuição entre o Atlântico Oeste, Massachusetts, USA a São Paulo, Brasil. Em ambientes associados a recifes mais afastados da costa em mar aberto, em áreas rochosas e profundidades de 5 a 140 metros. Esta espécie habita a zona pelágica, um ambiente onde não existem abrigos e as populações têm distribuição muito rarefeita, sendo que sua velocidade favorece cobrir grandes extensões em busca de alimento. Andam em cardumes com indivíduos de tamanho semelhante e acostumam se alimentar de peixes menores, como sardinha, manjuba, agulhinha e, ainda, de camarões e lula; preferem águas limpas e são diurnos. Este é um peixe pelágico costeiro, de regime alimentar eminentemente carnívoro, consistindo essencialmente peixes, com destaque para os Clupeidae, principalmente a sardinha-bandeira (*Opithonema oglinum*), inclusive os Scombridae, como por exemplo, a serra e a própria cavala-branca (Fonteles-Filho, 1988; Collette, 1995; Menezes, 1969 *apud* BEZERRA, 2005).

Ao longo da sua vida realizam migrações pelos oceanos (oceanódromos), principalmente ao longo da Costa Atlântica dos Estados Unidos, sendo estas migrações feitas de acordo com a temperatura da água (FISHBASE, 2008).

A carne é considerada excelente, apresentando grande valor comercial e é facilmente encontrada nos mercados, sendo comercializada fresca, defumada, congelada ou enlatada. Apesar do enorme valor nutritivo do pescado e, em particular dos peixes, poucas informações estão disponíveis sobre a sua composição química, principalmente quanto aos peixes

brasileiros o estabelecimento de dietas balanceadas para diversas coletividades (Mustafa e Medeiros, 1985 *apud* MENEZES, 2006).

A Tabela 6 apresenta as características químicas da carne de cavala (*Scomberomorus cavalla*), segundo diversos autores.

Tabela 6: Características químicas da carne de cavala (*Scomberomorus cavalla*), segundo diversos autores.

CARACTERÍSTICAS	AUTORES		
	TSAI (2005)	MENEZES (2006)	ÇELİK (2008)
Proteína (%)	-	23,67±2,86	-
Lipídeos (%)	-	2,5±0,0	-
Umidade (%)	-	76,52±1,77	77,87±0,10
Cinzas (%)	-	1,26±0,13	1,32±0,05
pH	5,9 ± 0,1		
Calorias (kcal)	-	116,51	-
Bases Voláteis Totais (BVT) (mg/100g)	26,4±6,7	-	-

Para Vasconcelos (1995), no que se refere ao teor de umidade, os valores de 60,77 a 74,55% foram encontrada em amostras de cavala (*Scomberomorus regalis*) durante 6 meses de pesquisa. Çelik (2008) estudou a composição química de cavala e encontrou (77,87%) de umidade e (1,32%) de cinzas. Esse mesmo autor determinou a composição de ácidos graxos da cavala e obteve (40,37%) de ácidos graxos saturados, (3,87%) de $\omega 6$, (21,02%) de $\omega 3$ e (24,89%) de ácidos graxos poliinsaturados.

Tsai *et al*, (2005), avaliaram a ocorrência de aminas biogênicas em carne de cavala salgada obtidas em mercados e supermercados na cidade de Taiwan e observaram os valores de BVT de 26,4 e 23,5 mg/100 g, respectivamente.

Menezes *et al*, (2004), determinaram composição centesimal, o teor de colesterol e o valor calórico de duas espécies de peixes carapeba-listrada (*Eugerres plumieri* Cuvier, 1830) e a cavala (*Scomberomorus cavalla* Cuvier, 1829) de água salgada do Estado de Alagoas. A cavala apresentou o maior percentual de proteína (23,67%), cinzas (1,26%) e valor calórico (116,51 Kcal), os autores consideraram a cavala como uma espécie saudável no ponto de vista

nutricional devido aos teores lipídico-proteico. Esse mesmo autor encontrou em ordem decrescente os valores médios de ácidos graxos: a) saturados: C16:0 (17,34%), C18:0 (10,45%), C15:0 (9,28%), C12:0 (2,44%), C17:0 (1,59%) e C14:0 (1,55%); b) monoinsaturados: C18:1 ω 9 (7,74%), C17:1 (5,79%), C16:1 ω 7 (2,9%); c) poliinsaturados: C20:5 ω 3 (10,82%), C22:5 ω 3 (10,38%), C18:2 ω 6 (6,91%), C20:4 ω 6 (5,38%), C22:6 ω 3 (4,5%) e C18:3 ω 3 (9%). A relação entre ácido graxo poliinsaturado e ácido graxo saturado (P/S) foi de 0,45%; as médias do total de ácido graxo ω 6 e ω 3 foram 9,84% e 14,87%, respectivamente; e a relação ω 6/ ω 3 foi de 1:1,5.

Essa espécie é geralmente consumida e importada para países europeus, tanto *in natura* com processado. Embora vários estudos tenham sido conduzidos sobre esse peixe (Simeonidou *et al*, 1997; Soyer & Sahin, 1999; Aubourg & Ugliano, 2002; Aubourg *et al*, 2002; Goulas & Kontominas, 2005; Losada *et al*, 2005; Stolyhwo *et al*, 2006 *apud* ÇELIK, 2008), ainda existe um conhecimento limitado sobre a composição química e centesimal como base de dados para outras pesquisas (ÇELIK, 2008).

3.3. Intoxicação escombróide

Em determinadas épocas do ano os peixes da família Scombridae podem tornar-se venenosos (ciguatoxina), devido à ingestão de dinoflagelados, podendo também causar envenenamento (escombrotóxina) no caso de uma inadequada conservação (CARVALHO, 1992).

A intoxicação por escombrotóxina ou intoxicação histamínica por pescado, é um quadro tóxico, geralmente associado ao consumo de pescado da família dos escombródeos (atum, bonito, cavala, sardinha, etc.), peixes que contêm as carnes relativamente escuras (Chefte e Cheftel, 1999 *apud* RODRIGUES, 2007), produzida pela formação em sua carne de produtos de degradação bacteriana, em condições de conservação inadequadas (GUTIERREZ, 2001). De acordo com FDA (2001a), algumas práticas de captura, tais como o espínhel, a morte pode ocorrer antes que o peixe seja removido da água. Sob estas condições ruins, a formação da histamina pode começar antes mesmo que o peixe seja armazenado na embarcação. Isso pode se agravar se o peixe permanecer na linha após a morte, gerando um aumento em sua temperatura interna, chegando a uma escala mais favorável para o crescimento das bactérias formadoras de enzima.

Na Tabela 7, estão descritos alguns surtos de intoxicação histamínica por peixes. Entretanto, muitos dos casos de intoxicação não são reportados, uma vez que os sintomas podem ser relativamente leves, passageiros e as pessoas acometidas não procuram apoio médico. Além disso, muitos médicos não têm conhecimento da intoxicação histamínica, desconsiderando este como possível diagnóstico. Ainda, mesmo quando o diagnóstico é feito, muitos países não mantêm um registro oficial dos surtos. Desta forma, a real incidência de intoxicação histamínica não é conhecida (GLÓRIA, 2005). Não foram encontrados dados sobre ocorrências de intoxicação por histamina no Brasil.

Tabela 7: Surtos de intoxicação histamínica após consumo de peixes.

PAÍS	PERÍODO	Nº SURTOS	Nº CASOS
Canadá	1975-1981	6 *	-
Dinamarca	1976-1982	33	-
	1993-1998	13	-
Finlândia	1993-1998	9	> 772
França	1980-1983	10*	> 500
	1993-1997	38	-
Japão	1950-1954	14	1215
	1970-1980	42*	4122
Suécia	1993-1998	4	12
Reino Unido	1976-1982	136	439
	1987-1996	105	405
Estados Unidos	1968-1981	110*	888

(*) surtos envolvendo outros alimentos, como carnes e queijos.

(-) informação não disponível.

Fonte: Glória (2005).

Um número considerável (18%) dos problemas epidemiológicos relacionados com “pescado” registrados nos Estados Unidos é de etiologia desconhecida. As intoxicações mais comuns são associadas com biotoxinas (ciguatera) representando (31%) e histamina, que representaram (33%) dos registros (HUSS, 1997).

Os níveis de histamina variam de espécie para espécie e de peixe para peixe dentro de uma mesma espécie e até mesmo em diferentes partes do mesmo peixe (MORENO, 2003).

A intoxicação ocorre pela conservação inadequada dos peixes e pela má refrigeração, fazendo com que a enzima histamina-decarboxilase presente em bactérias que colonizam os peixes (*E. coli*, *Proteus sp.*, e algumas espécies de *Klebsiela*), convertam a histidina em histamina. Por esse motivo, a cavala e outros peixes da família *Scombridae* (atum, cavalinha e bonito), *Scomberesocidae*, *Clupeidae* (sardinhas), *Coriphaenidae* e *Pomatomidae* são muito incriminados quanto à formação de histamina em sua musculatura (Contreras-Guzman, 1994 *apud* ANDRADE, 2006).

3.4. Aminas biogênicas

3.4.1. Definição e importância nos alimentos

Segurança Alimentar é um tema que preocupa todo pessoal envolvido tanto na produção de produtos de alimentos quanto os consumidores. Os especialistas necessitam desenvolver uma série de estudos e descobertas tecnológicas que impulsionam este interesse, indicando a responsabilidade destes na provisão de alimentos seguros. A exposição humana a substâncias tóxicas presentes nos alimentos pode ser estimada, de uma maneira geral, multiplicando o consumo do alimento por uma dada população pela concentração da substância presente no alimento. Risco para saúde pode existir quando esta exposição ultrapassa concentrações consideradas toxicologicamente segura.

Há de notório saber, que existe a presença de substâncias tóxicas em pescado e seus produtos, pois, sendo esses produtos altamente perecíveis devido à sua composição biológica as alterações podem ser causadas por enzimas endógenas, principalmente nos primeiros dias de armazenamento refrigerado. A detecção das alterações progressivas dessas substâncias no músculo do pescado, durante o armazenamento, é o primeiro requisito para considerá-las como potenciais índices de frescor e condições de armazenamento. Assim, compostos como bases nitrogenadas voláteis (BVT), trimetilamina, aminas biogênicas, nucleotídeos, uréia e triptofano livre têm sido propostos como índices químicos de frescor para o pescado, podendo ser efetivos ou não, o que depende da espécie, da microbiota contaminante e das condições de armazenamento (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

As aminas biogênicas são bases orgânicas dos hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos ou estrutura heterocíclicas de baixo peso molecular que são sintetizados e degradados durante o metabolismo celular nas atividades de microorganismos, plantas e animais (SAAD, 2008).

Muitas aminas biogênicas desempenham um papel importante em funções fisiológicas do homem e de animais, tais como regulação da temperatura corporal, pH e volume do

estômago, atividade cerebral (BRINK *et al*, 1990), pressão sanguínea, regulação da função dos ácidos nucleicos e síntese de proteínas (HALÁSZ *et al*, 1994). Em plantas, putrescina, espermidina e espermina estão envolvidas nos processos de divisão celular, floração, desenvolvimento de frutos, resposta ao estresse e senescência (HALÁSZ *et al*, 1994). De acordo com Bardócz (1995) *apud* LAPA-GUIMARÃES, (2006), a função mais importante das poliaminas é a atuação como mensageiros secundários, mediando à ação de todos os hormônios e fatores de crescimento conhecidos.

Na área de alimentos, o termo aminas biogênicas engloba substâncias como histamina, tiramina, espermina, cadaverina e putrescina, presentes em baixas quantidades nos alimentos e necessárias para as funções fisiológicas do homem e outros animais, mas que podem provocar efeitos tóxicos se consumidas em quantidades elevadas (SILLA SANTOS, 1996). Podem ser encontrados em vários alimentos, no qual são produzidos principalmente por descarboxilação microbiana de aminoácidos (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

As bioaminas são fatores naturais antinutricionais importantes do ponto de vista higiênico, sendo implicados como os agentes causadores de uma série de episódios intoxicação de alimentar, sendo capazes de iniciar várias reações farmacológicas (ANLI, 2004).

As aminas biogênicas podem ser de origem endógena em baixas concentrações em alimentos não-fermentados, tais como frutas, legumes, carne, leite, peixe, produtos de peixe ou concentrações elevadas em produtos fermentados. Além de seus efeitos toxicológicos, as aminas biogênicas são motivos de preocupação em relação à higiene alimentar, pois quantidades elevadas de certas aminas podem ser encontradas na alimentação humana como consequência do uso de matérias-primas de baixa qualidade, contaminação e condições inadequadas durante o processamento dos alimentos e de armazenamento (SHALABY, 1996).

Em alimentos frescos, aminas biogênicas podem ser geradas devido à atividade descarboxilase endógenas ou à ação de microorganismos descarboxilase positiva sobre aminoácidos livres em condições favoráveis à atividade enzimática, sendo esta considerada a principal via de formação em alimentos (Rice *et al*, 1975, Maga, 1978; Halász *et al*, 1994 *apud* LAPA-GUIMARÃES, 2005). A quantidade e tipo de amina biogênica formada dependerão da composição do alimento e do tipo de microorganismo presente (Halász *et al*, 1994 *apud* BRINK *et al*, 1990).

A formação de aminas biogênicas por bactérias é influenciada pela temperatura, pH e concentração de sal. O armazenamento a baixa temperatura reduz a taxa de formação de aminas biogênicas em peixes. A atividade aminoácido descarboxilase é mais forte em

ambiente ácido, com pH ótimo entre 4,0 e 5,5 (Sinell, 1978; Teodorovic *et al*, 1994, *apud* SILLA SANTOS, 1996). Além disso, também é fortemente influenciada pela composição dos alimentos, flora microbiana e por outros parâmetros que permitem o crescimento bacteriano durante a transformação dos alimentos e armazenagem (por exemplo, tratamento prévio para armazenagem dos alimentos, aditivos alimentares, temperatura, umidade, amadurecimento e embalagem) (Carelli *et al*, 2007; Draisci *et al*, 1998 *apud* SAAD, 2008).

A determinação de aminas biogênicas, em carnes, por exemplo, resulta de um método apropriado para detectar uma incipiente decomposição, sendo que, a sua quantificação outorga uma visão sobre o grau de frescor da carne (Vinci & Antonelli, 2002 *apud* PEÑA, 2006). Assim, o chamado índice de aminas biogênicas foi proposto por Treptow & Askar (1987) *apud* PEÑA, (2006) como um critério para o controle de qualidade dos alimentos. Este índice também foi proposto como indicador de frescor para peixes e produtos marinhos (Mietz & Karmas, 1977 *apud* PEÑA, 2006). Segundo FDA (2001a), a histamina é formada em consequência do abuso do binômio tempo/temperatura em certas espécies de pescado, ou seja, quando o pescado é exposto a altas temperaturas por muito tempo.

FDA (2001a), também garante que a histamina é geralmente o resultado da decomposição em alta temperatura do que da decomposição em longo prazo, que ocorre em temperaturas um pouco menores. Economou (2007) *apud* ROGRIGUES (2007) expôs o atum a altas temperaturas por curtos períodos de tempo e encontrou concentrações potencialmente tóxicas de histamina (67-382 mg/kg) no músculo do atum armazenado a 0-2°C por 12 dias e exposto a 30°C por 2 horas diariamente. Já quando foi armazenado a 6-7°C, e elevado à mesma temperatura abusiva, os níveis encontrados foram de 544,5-4156,6 mg/kg que são considerados altamente tóxicos.

Assim a única forma segura de se evitar a formação de histamina nos peixes é através da correta utilização da cadeia de frio logo após a captura. Deve-se manter o peixe sob temperaturas inferiores a 4°C até que este seja processado (HUSS, 1995).

3.4.2. Classificação

As aminas apresentam variadas formas de classificação. Podem ser classificadas em função do número de grupos amina, de sua via sintética e da sua estrutura química (BARDÓCK, 1995; IZQUIERDO-PULIDO, 1996; LIMA & GLÓRIA, 1999; SILLA, 1996; SMITH, 1980; VECIANA-NOGUÉS, 1997 *apud* LAPA-GUIMARÃES).

- Quanto ao número de grupos amina: As aminas biogênicas classificam-se como: monoaminas (tiramina e feniletilamina), diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina) e poliaminas (espermidina, espermina, e agmatina);
- Quanto à via sintética se dividem em: biogênicas e naturais. As primeiras formadas pela descarboxilação dos aminoácidos precursores por enzimas microbianas tais são; histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina. Já as naturais são formadas *in situ* à medida que são necessárias (putrescina, agmatina, espermina e espermidina);
- Quanto à sua estrutura química classificam-se como: alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina e agmatina), aromáticas (tiramina, feniletilamina) e heterocíclicas (histamina, triptamina). Ainda quanto à sua estrutura química a classificação em função ao grupo químico tem-se: catecolaminas (dopamina, noradrenalina, adrenalina), indolaminas (serotonina) e imidazolaminas (histamina).

3.4.3. Histamina

A mais freqüente intoxicação alimentar causada por aminas biogênicas é a reação alérgica à histamina. A histamina tem sido implicada como o agente causal em vários surtos de intoxicação alimentar. O envenenamento por histamina é uma intoxicação alimentar química resultante da ingestão de alimentos que contêm quantidades excessivas de histamina, apresentando efeito vasodilatador (BARDO'CZ, 1993).

O teor de histamina também foi proposto como critério de qualidade de pescado, uma vez que baixos níveis são detectados em peixe recém-capturado enquanto sua concentração aumenta com a sua deterioração. Além disso, o conhecimento dos teores de histamina em pescado é útil na avaliação do seu potencial em causar intoxicação histamínica (LEITÃO, 1983). A avaliação da quantidade de histamina tem sido usada como rotina nos procedimentos de controle de qualidade adotados pela maioria das indústrias pesqueiras.

Delgado (2003) estudou doenças transmitidas pelo consumo de produtos de origem marinha, pescados e moluscos e identificou como principais agentes causais o *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, histamina, toxina paralisante de molusco e *Escherichia coli*. Na distribuição desses casos destacam-se as intoxicações por toxinas paralisantes de moluscos (TPM) e histamina, o qual contrasta com o comportamento apresentado em países europeus onde a *Salmonella* ocupa o primeiro lugar entre os agentes causais de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). De acordo com o Gráfico 1, a intoxicação histamínica representa 63%

de intoxicação de grupos de pessoas entre 20 e 40 anos. Os casos vinculados a histamina tiveram como origem um processo de decomposição protéica do pescado.

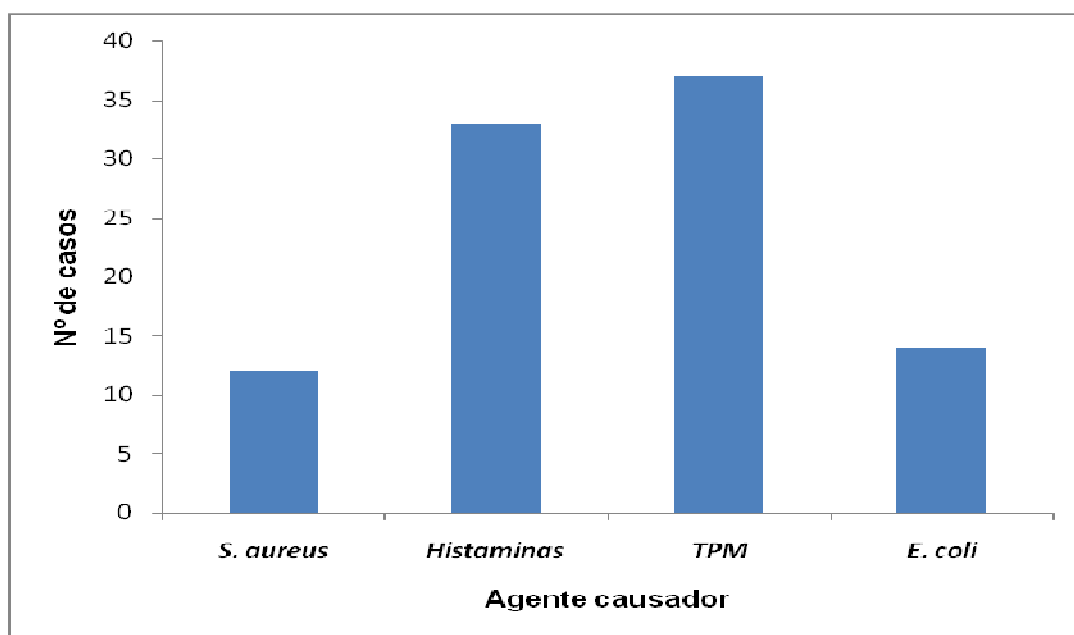


Gráfico 1: Distribuição dos casos de intoxicação segundo o agente causador identificado.
Fonte: Delgado (2003).

De acordo com a Figura 6, a histamina é uma amina não-volátil que pode ser produzida no pescado a partir do aminoácido histidina por ação de enzimas descarboxilantes de origem bacteriana. O perigo da histamina em pescado é intensificado pela sua característica de não volatilidade. A histamina pode conferir toxicidade ao produto mesmo antes deste ser considerado deteriorado ou organolepticamente inaceitável (LEITÃO, 1983).

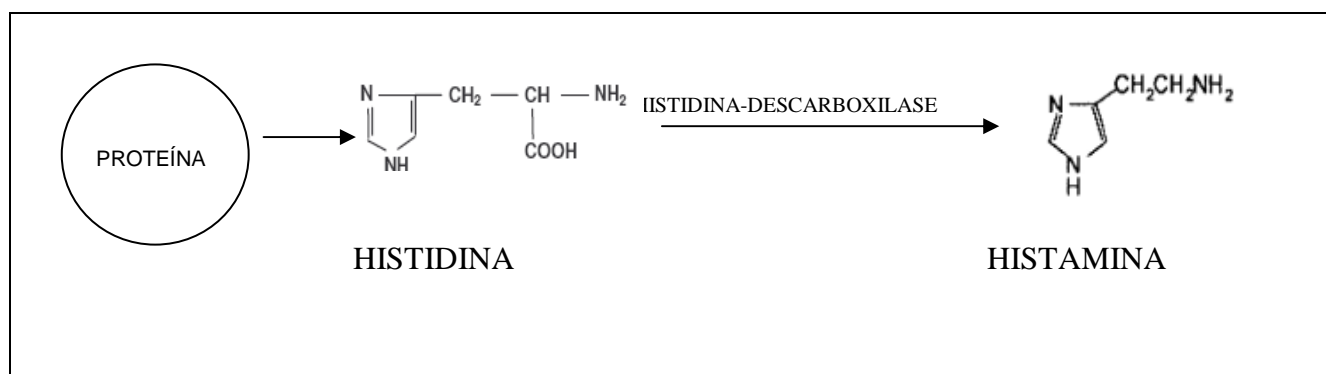


Figura 6: Conversão do aminoácido histidina em histamina.
Fonte: adaptado de Lapa-Guimarães, (2005).

Shin-Hee (2000) e FDA (2001a) respeitaram que as linhagens bacterianas que geralmente são associadas com o desenvolvimento da histamina estão comumente presentes no ambiente marítimo. Estas bactérias existem naturalmente nas brânquias, pele, intestino e na cavidade abdominal do peixe vivo de água salgada, sem causar dano aos mesmos. Shin-Hee (2000), diz ainda que a *Morganella morganii* é a mais prevalente e produtiva bactéria formadora de histamina, seguida pelo *Proteus vulgaris*. Após a morte, os mecanismos de defesa dos peixes inibem o crescimento bacteriano, mas não por muito tempo, então as bactérias voltam a crescer e produzir a histamina (RODRIGUES, 2007).

A intoxicação histamínica é particularmente difícil de ser controlada uma vez que resiste ao tratamento térmico e pode estar presente apesar do produto estar comercialmente estéril (PACHECO-AGUILAR *et al*, 1998).

Em alguns países, limites ou níveis máximos aceitáveis têm sido estabelecidos para histamina em pescado. Recentemente, o *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos estabeleceu para peixes susceptíveis de formação de histamina, o limite de 5 mg de histamina/100 g de produto no porto e 10 mg/100g de produto em conserva (IZQUIERDO-PULIDO *et al*, 1993). A *Comunidade Européia* estabeleceu o limite de 10 mg/100 g de para atum e peixes pertencentes às famílias *Scombridae* e *Scomberesocidae* (TAYLOR, 1986). No MERCOSUL, o limite de 10 mg/100g foi adotado em músculo nas espécies pertencentes às famílias *Scombridae*, *Scomberesocidae*, *Clupeidae*, *Coripineidae* e *Pomatocidae* (OLIVEIRA *et al*, 2004).

A legislação brasileira considera como deteriorado e, portanto, impróprio para o consumo, o pescado com teor de bases voláteis totais (BVT) superior ou igual a 30 mg N/100 g, pH da carne externa superior ou igual a 6,8, e da carne interna superior ou igual a 6,5 e reação positiva de gás sulfídrico (BRASIL, 1981; BRASIL, 1997) e teor de histamina de 10 mg/100g para algumas espécies de peixes. Entretanto, o limite preconizado para acúmulo de BVT em pescado e derivados foi e ainda é motivo de polêmicas e controvérsias, visto que cada espécie de peixe e algumas vezes, tipos musculares e zona corporal, apresentam níveis distintos de óxido de trimetilamina (ANDRADE, 2006). A Tabela 8 apresenta as propriedades físico-químicas da histamina.

Tabela 8: Propriedades físico-químicas da histamina.

Fórmula molecular	Massa molar	Ponto de fusão	Ponto de ebulição
C ₅ H ₉ N ₃	111,145 Da	83,5 °C	209,5 °C

Fonte: Yi Yeh, (2006).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1997a) não faz referência ao limite máximo de histamina permitida no pescado nacional. Porém, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (inteiro e eviscerado) (BRASIL, 1997a) estabelece o limite máximo de 100ppm (10 mg/100g) de histamina na musculatura das espécies pertencentes às famílias *Scombridae*, *Scomberesocidae*, *Clupeidae*, *Coriphaenidae* e *Pomatomidae* (ANDRADE, 2006).

A intoxicação ocorre pela conservação inadequada dos peixes e pela má refrigeração, fazendo com que a enzima histamina-decarboxilase presente em bactérias (*E. coli*, *Proteus* sp, e algumas espécies de *Klebsiela*) que colonizam os peixes, convertam a histidina em histamina (ACHESON, 2000).

Os principais sintomas causados pela histamina é rubor facial e do pescoço causando uma sensação de calor intenso e um desconforto geral, seguido por uma intensa dor de cabeça, palpitações cardíacas, tonturas, mal-estar, prurido, queimação na boca e garganta e incapacidade para engolir. Muitas vítimas desenvolvem sintomas secundário de natureza gastrointestinal (cólicas abdominais, náuseas, sem vômitos e diarreia), sendo muitas vezes confundido com alergia (SHALABY, 1996). Essa substância relaciona com processos alérgicos, capaz de levar pessoas mais sensíveis ao choque anafilático, e cuja concentração está limitada em 100 mg/Kg para algumas espécies como atuns e sardinhas (LAPA-GUIMARÃES, 2005).

A doença tem resolução espontânea dentro de algumas horas e o diagnóstico é eminentemente clínico. A dosagem de histamina no alimento é realizada apenas em inquéritos epidemiológicos. Os anti-histamínicos podem ser utilizados e eventualmente faz-se necessário o uso de corticóides. A doença é autolimitada e tem um bom prognóstico (ACHESON, 2000).

A formação de histamina em alimentos é diminuída a 10°C e controlada a 5°C devido ao crescimento lento dos microorganismos produtores de histamina a baixa temperatura (HALÁSZ *et al*, 1994).

Os casos de intoxicação por histamina registrados nos Países Baixos na década de 80 envolveram o consumo de cavala, cujo teor de histamina variou de 100 a 3.000 mg/kg (8 casos) e de arenque e atum (3 casos cada), com níveis de 300 a 1.300 mg/kg e de 500 a 8.000 mg/kg, respectivamente (OLIVEIRA *et al*, 2004).

A presença de histamina em alimentos processados pelo calor, inclusive naqueles considerados comercialmente estéreis, comprova sua termorresistência (MURRAY *et al.*, 1982). Além de que a maioria das aminas é estável ao calor, algumas descarboxilases permanecem ativas mesmo após a pasteurização. Assim, a intoxicação histamínica é muito séria, tendo em vista a impossibilidade de se controlar os níveis de histamina nos produtos esterilizados, considerados seguros do ponto de vista sanitário, já que uma vez formada, ela não será afetada durante o processamento e podendo até aumentar com a estocagem (TEN BRINK *et al.*, 1990).

3.4.3.1. Métodos de identificação de histamina

Ha uma variedade de métodos de cromatografia aplicados para separar histamina e determinar o conteúdo de histamina nos produtos alimentares, que incluem: cromatografia em fase gasosa (CG) (Du *et al*, 2001; Farn & Sims, 1987; Staruszkiewicz & Bond, 1981 *apud* HWANG, 2003); cromatografia em camada fina (Naguib, Ayesh, & Shalaby, 1995 *apud* HWANG, 2003), cromatografia líquida (Fernandez-Salguero & Mackie, 1987; Veciana - Nogués, Hernandez-Jover, Marine-Font, & Vidal - Carou, 1995 *apud* HWANG, 2003), e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), sendo que as duas últimas são mais sensíveis e seletivas, permitindo a detecção de pequenas quantidades de aminas (HUI & TAYLOR, 1983; HWANG *et al*, 1997; VA 'ZQUEZ-ORTIZ *et al*, 1995; Yen & Hsieh, 1991 *apud* HWANG, 2003).

Entre as diferentes técnicas recomendada para identificar e quantificar aminas biogênicas está a cromatografia em camada delgada (CCD). Recentemente, o desenvolvimento do domínio de fases estacionárias para CCD e instrumentos para aplicação automática de amostras e densitométricas pode-se obter resultados similares aos de CLAE. A técnica de CCD apresenta muitas vantagens, incluindo simplicidade de operação, repetibilidade, detecção e quantificação em menor tempo, sistema interno de calibração para análises quantitativas, baixo custo e uso de baixa quantidade de solventes (LAPA-GUIMARAES, 2005).

Várias técnicas de cromatografia podem ser utilizadas na determinação de aminas biogênicas. Recentemente, os avanços nos equipamentos e acessórios têm possibilitado a utilização da cromatografia em camada delgada (CCD) na determinação quantitativa de aminas biogênicas (SHALABY, 1999; SHAKILA *et al.*, 2001).

Saad *et al.*, (2008) detectaram as aminas biogênicas triptamina, putrescina, histamina, tiramina e espermidina em 62 itens alimentares comumente consumidos na Malásia por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

Hwang *et al.*, (2003) determinaram o teor de histamina por cromatografia gasosa em peixes e produtos de peixe apresentando um protocolo de extração utilizando metanol comum e alcalino para avaliar a melhor extração e eficiência na detecção por CG, os autores concluíram que o metanol alcalino apresentou melhor eficiência na extração do analito.

Khuhawar *et al.*, (2008) relataram o potencial de eluição do cloroformato etílico na cromatografia gasosa para separação das catecolaminas putrescina, fenilidrazina, octopamina e a determinação de dopamina e adrenalina em preparações farmacêuticas e histamina e putrescina em peixes.

A cromatografia em camada delgada pode ser um método simples, mas afetivo e acurado para separação e detecção de aminas biogênicas, com aplicação para alimentos em geral (Shalaby, 1994 *apud* VICENTE, 2005). Naguib *et al.*, (1995) *apud* VICENTE (2005) através da cromatografia delgada obtiveram resultados significativos na extração de aminas utilizando dois tipos de solventes, benzeno-trietilamina-acetona (10:2:1) conseguindo separar 6 aminas e benzeno-trietilamina (5:1) separando 8 aminas. Shakila *et al.*, (2001) fizeram um estudo comparativo de sensibilidade de técnicas cromatográficas (CLAE e CCD) e encontraram cinco aminas biogênicas (putrescina, cadaverina, histamina, espermidina e tiramina) em vários produtos de peixes.

A maioria das aminas não apresenta absorção ultravioleta natural ou fluorescência. Por esta razão, a derivatização química (processo pelo qual o constituinte em análise é modificada quimicamente para torná-la detectável ou para melhorar a resposta do detector) é necessário para detectar os derivados das aminas após a separação por CLAE. A derivatização pode ser feita pré ou pós-coluna, seguida pela detecção por espectrofotometria ou fluimetria (SILVA, 2008).

Outras técnicas que foram utilizadas para medir a histamina são, por exemplo, teste de vareta, análise de eletroforese capilar, procedimento fluorométrico (AOAC, 1995), e enzima ligada a ensaio imunoenzimático, etc. Antes da análise, elaboração de derivados de histamina, como derivação de anidrido pentafluoropiónico, foi tradicionalmente considerado como um

passo necessário quando se utiliza um método analítico utilizando a técnica de cromatografia gasosa acoplada com os diversos detectores (BAO-SHYUNG, 2003).

Cromatografia engloba um grupo diverso de métodos que permitem separação, isolamento, identificação e quantificação de componentes em uma mistura (Fried & Sherma, 1986 *apud* LAPA-GUIMARAES, 2005). Cromatografia em papel, cromatografia de camada delgada (CCD), eletroforese em camada delgada e papel, cromatografia de troca iônica, cromatografia em gel, cromatografia gasosa e líquida e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) já foram sugeridas para a identificação de amins ou derivados de amins (Chin & Koehler, 1983 *apud* LAPA-GUIMARAES, 2005).

Em alimentos as amins biogênicas geralmente ocorrem em baixas concentrações e em misturas complexas, o que exige que os métodos analíticos para sua determinação possuam alta sensibilidade e permitam o isolamento das amins de outros constituintes que possam interferir na sua identificação e quantificação (Chin & Koehler, 1983 *apud* LAPA-GUIMARAES, 2005).

Existem muitas publicações que relatam as metodologias de análise de amins bioativas em alimentos. A Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e a análise por CLAE são as técnicas mais utilizadas para a análise de amins biogênicas (AVELAR, 2005).

A cromatografia em camada delgada (CCD) normalmente executada em uma dimensão por desenvolvimento ascendente com uma fase móvel única em uma câmara saturada com o vapor do solvente. Desenvolvimento bidimensional com uma ou várias fases móveis pode melhorar a resolução em alguns casos (Sherma, 2000 *apud* LAPA-GUIMARAES, 2005). A separação e quantificação de amins biogênicas por CCD, utilizando a técnica de desenvolvimento unidimensional parecem estar limitada à separação de quatro a oito amins e o aparecimento de derivados de amônia frequentemente interfere na separação. A CCD é uma técnica simples e não requer equipamentos especiais, mas esse método requer maior disponibilidade de tempo e precisa de acurácia dos resultados obtidos, esse método é classificado como semi-quantitativo (ONAL, 2006). A CCD apresenta algumas vantagens em relação à CLAE como simplicidade de operação, possibilidade de repetir as etapas de detecção e quantificação com novos parâmetros de análise pois as frações que representam a amostra permanecem na placa, e economia, uma vez que várias amostras podem ser analisadas em uma placa com consumo de solvente baixo (Jork *et al.*, 1990; Sherma, 2000 *apud* LAPA-GUIMARAES, 2005).

A análise de amins bioativas em alimentos por HPLC tem aumentado, já que oferece a vantagem de separação e quantificação simultânea de amins. No entanto, a maioria das

aminas não apresenta absorção ultravioleta natural ou fluorescência (PRESTES, 2007), além disso, essa técnica requer solventes com elevado grau de pureza em cada análise, além de ser oneroso, requer instrumentos sofisticados, manutenção adequada, solventes e acessórios caros e elevada capacidade operacional (SHAKILA, 2001). Visto isso, o uso da CG para análise de aminas bioativas em amostras biológicas está crescendo gradualmente. A enorme habilidade de alta resolução da coluna capilar juntamente a um sistema seletivo de detecção tem possibilitado análise por CG das poliaminas com alta seletividade e sensibilidade (KHUHAWAR *et al.*, 2008). Entretanto, a CG para aminas livres geralmente apresenta problemas relacionados à baixa massa molar, a alta solubilidade em água, a baixa volatilidade destes compostos e efeito da matriz. A derivação acontece no grupo amina, reduzindo assim a polaridade deste, melhorando a seletividade, volatilidade, sensibilidade e separação das aminas, o que garante a qualidade da análise cromatográfica (AVELAR, 2005).

3.5. Ácidos graxos

O pescado se destaca principalmente pelo tipo de gordura predominante e pela composição em ácidos graxos (AG). Apresenta elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, os quais possuem número de duplas ligações maior ou igual a 2, principalmente das séries (ou famílias) ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), sendo o 6 ácido alfa linolênico (ALA - 18:3n-3) e o ácido linoléico (LA - 18:2n-6), precursores dos demais ácidos das séries n-3 e n-6, respectivamente. Ambos são essenciais, ou seja, não são sintetizados pelo organismo humano, sendo necessária sua ingestão na dieta (Badolato *et al.*, 1994).

A natureza do ácido graxo da dieta é um fator importante sobre a concentração do colesterol sérico. Os ácidos graxos saturados tendem a elevá-lo, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados o reduzem. Por muitos anos se considerou que os ácidos graxos monoinsaturados fossem neutros a este respeito, no entanto, foi demonstrado que a substituição dos ácidos graxos monoinsaturados por poliinsaturados reduzem o colesterol sanguíneo (ROOS *et al.* 2002). Pesquisas nutricionais e epidemiológicas relatam que a relação dos ácidos graxos poliinsaturados ω -6 e ω -3 na dieta são tão ou mais importantes na prevenção de doenças cardiovasculares que a relação de ácidos graxos saturados e insaturados. Além do efeito benéfico que o equilíbrio da relação ω -6: ω -3 tem sobre a prevenção de doenças cardiovasculares, destaca-se sua importância em outras enfermidades, como: dermatite atópica, lúpus, psoríase, artrite reumática, esclerose múltipla, diabetes melitos, colite ulcerativa e câncer (BELDA & POURCHET-CAMPO, 1991).

Além da redução do risco de doenças coronarianas, outros efeitos são ainda atribuídos aos ácidos graxos da família ω -3 e ω -6. Segundo Visentainer *et al.* (2000), pesquisas com ácidos graxos pertencentes à família ω -3, particularmente o EPA-(C20:5 ω -3) indicaram uma interferência na produção de prostaglandina trombótica e tromboxano, ou são transformados em prostaglandinas antitrombóticas e, devido aos estudos com os eicosanóides, têm se conhecido as suas ações vasculares e hemostáticas. Ainda segundo os mesmos autores, o ácido graxo DHA é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e está presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais.

Para Bobbio & Bobbio (1992), um outro fator que torna o conhecimento dos teores de lipídeos muito importante é a presença de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da família ω -3. BELDA e POURCHET-CAMPO (1991) destacam que o fornecimento de ácidos graxos ω -3 para a espécie humana depende da fonte alimentar, sendo portanto, importante conhecer quais são as fontes capazes de suprir essas necessidades. Dentre estas fontes, podem ser citados o leite humano, óleos vegetais, peixes, óleos de peixes, diversos animais marinhos e margarinas fortificadas, entre outros (BELDA e POURCHET-CAMPO, 1991).

Segundo Badolato (1994), diversos fatores podem contribuir para a grande variedade na composição da parte comestível dos peixes, tais como: espécie, sexo e grau de maturidade sexual, tamanho, local de captura, temperatura da água, natureza da alimentação e estação do ano. A composição de lipídeos do pescado é responsável pelas maiores diferenças observadas, variando bastante entre diferentes espécies, podendo também possuir grandes variações em uma mesma espécie, durante diferentes fases do ano. O conhecimento dos teores de lipídeos é muito importante, principalmente a presença de ácidos graxos poliinsaturados, os da família *ômega*-3, aos quais são atribuídos efeitos benéficos ao organismo humano. Segundo Pigott (1987) *apud* BRUSCHI (2001), os lipídeos de alimentos marinhos possuem baixa quantidade total de óleos saturados (que favorecem a formação do colesterol do tipo LDL), variando sua concentração de 11 à 17%, enquanto que em carne de suínos a proporção é, em média, de 36% e de bovinos de 48%. Também de acordo com Pigott (1987) *apud* BRUSCHI (2001), existem várias evidências que indicam a importância da ingestão de grandes quantidades de ácidos graxos poliinsaturados.

Kinsella (1988) *apud* BRUSCHI (2001) descreve que os ácidos graxos poliinsaturados presentes nos lipídeos de peixes podem reduzir efetivamente o teor de lipídios no plasma sanguíneo. Entretanto, não se sabe ainda quais as quantidades que deveriam ser ingeridas para produzir os efeitos desejados.

Lima *et al.* (2000) relata estudos epidemiológicos indicando os principais fatores de risco para doenças cardiovasculares, entre as quais os relacionados ao estilo de vida, como: dieta rica em energia, gorduras saturadas, colesterol e sal, bem como consumo de bebida alcóolica, tabagismo e sedentarismo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Para a realização desse estudo, trabalhou-se com duas espécies de peixes: robalo (*Centropomus parallelus*) e cavala (*Scomberomorus cavalla*), e duas espécies de crustáceos: caranguejo (*Ucides cordatus*) e siri (*Callinectes sapidus*). As espécies de peixes e crustáceos foram adquiridas no mercado municipal (Lote A1) e em supermercados (Lote A2) da cidade de Aracaju, Sergipe. As amostras da parte comestível de siri e caranguejo foram adquiridas já processadas, sem casca e da cavala e robalo, foram obtidas em postas as quais foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas por espécie, data e lote e inseridas em recipientes isotérmicos com gelo. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de *Flavor* e Cromatografia da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Foram mantidas a -18°C até o momento de realizar todos os procedimentos técnicos dos experimentos.

4.2. Métodos de Análise

As análises químicas foram realizadas em triplicata, nos lotes Lote A1 e A2 e constaram da determinação de: proteínas, umidade, cinzas, lipídeos, bases voláteis totais, trimetilamina, índice de rancidez, ácidos graxos e histamina.

4.2.1 Determinação dos componentes químicos

- Proteínas

O teor protéico foi determinado em conformidade com o método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), constituindo-se na avaliação do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, com o uso do fator de correção 6,25 específico para pescado.

- Umidade

A amostra de pescado foi disposta em cápsulas de alumínio, previamente taradas, e mantidas em estufa em temperatura de 105°C, até a amostra alcançar peso constante e o

resultado foi expresso em percentagem conforme método descrito por Instituto Adolfo Lutz (2005).

- Cinzas

A amostra de pescado foi disposta em cápsulas de porcelana previamente taradas. A amostra foi carbonizada em chapa aquecedora e incinerada em mufla a 550°C até obter um resíduo branco ou cinza claro; esfriada em dessecador e pesada em balança analítica conforme método descrito por Instituto Adolfo Lutz (2005).

- Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado de acordo com (FOLCH *et al*, 1957), onde se extraiu a fração lipídica do pescado por método à frio utilizando clorofórmio e metanol (2:1).

4.2.2. Bases Voláteis Totais (BVT) e Trimetilamina (TMA)

Essa determinação foi realizada de acordo com metodologia descrita no LANARA (1981). A amônia e as aminas voláteis são destiladas por arraste de vapor, em meio levemente alcalino e quantificadas por volumetria de neutralização.

4.2.3. Índice de Rancidez (IR)

O índice de rancidez foi realizado através do método do número de ácido tiobarbitúrico (TBA) de acordo com a metodologia descrita no LANARA (1981).

4.3. Ácidos graxos

4.3.1. Preparação dos Ésteres Metílicos

Os extratos lipídicos, obtidos conforme descrito no item 5.3.4 foram pesados em balança analítica. Os seus ésteres metílicos foram preparados segundo metodologia descrita por Hartman & Lago (1973). O material graxo foi saponificado durante quatro minutos, sob refluxo em uma solução de hidróxido de potássio metanólica 0,5N e em seguida, esterificado com solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico concentrado em metanol, por três minutos. Os ésteres transmetilados foram acondicionados em frascos de vidro (10 mL), lacrados e colocados no freezer (-18°C) para posterior análise cromatográfica.

4.3.2. Identificação dos Ésteres Metílicos

Os ésteres metílicos foram identificados pela análise cromatográfica, realizada em cromatógrafo gasoso de marca VARIAN, modelo “3380” acoplado com detector de ionização de chama (FID). As condições analíticas foram às seguintes:

Gás de arraste: Hélio;

Volume injetado: 1 μ L;

Fluxo de gás de arraste: 1,0 mL/min;

Modo de injeção: Split;

Taxa de split: 1:10;

Coluna: CP-WAX 52 CB (30m comprimento x 0,25mm de diâmetro interno x 0,25 μ m espessura do filme); Marca: VARIAN; Tipo: polar; Componente: polietilenoglicol.

Programação de temperatura:

60° C (3 min) $\xrightarrow{10^{\circ} \text{ C/min}}$ 210° C (20 min) $\xrightarrow{20^{\circ} \text{ C/min}}$ 250°C (20 min) $\xrightarrow{\text{50 min}}$

Os ésteres metílicos foram identificados por comparação da área e tempo de retenção com os dos padrões de ésteres metílicos autênticos (Sigma, Nu-Chek-Prep, USA), seguindo condições analíticas idênticas.

Os valores quantitativos foram expressos em percentagem de área do pico pertinente de cada éster metílico de ácido graxo em relação à área total dos picos representado todos os ésteres metílicos nas condições normalizadas do cromatograma obtido nas análises.

4.4. Histamina

4.4.1. Estudo preliminar da metodologia para extração e determinação de histamina

Vários métodos foram testados para avaliar o mais eficiente na extração e determinação da histamina nas amostras de pescado. A Figura 7 apresenta o perfil cromatográfico e o espectro do padrão de histamina diluída em ácido tricloroacético 5%.

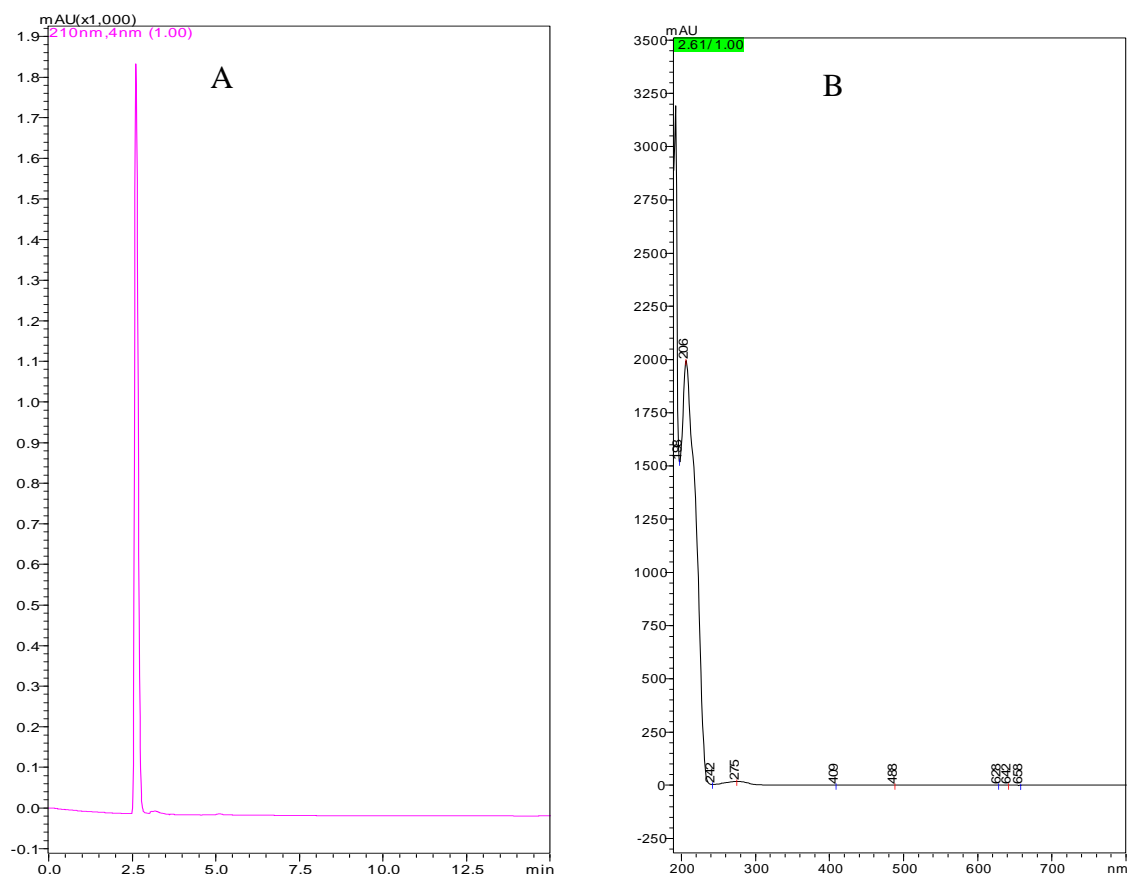


Figura 7: Cromatograma (A) e espectro (B), obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência de histamina padrão.

Diversos estudos foram realizados utilizando-se diferentes métodos de extração para determinação de histamina nas amostras de pescado, conforme detalhado na Tabela 9.

Tabela 9: Métodos de extração utilizados para determinação de histamina no pescado estudado.

AUTORES	MÉTODOS DE EXTRAÇÃO
Oliveira <i>et al</i>, (2004)	Amostras de 10g foram homogeneizadas com 35 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% por 1 min, o homogenato foi centrifugado a 3000 rpm por 20 min, o sobrenadante foi coletado e re-extraído com mais 15mL de TCA pelo mesmo procedimento; os sobrenadantes foram combinados e tratados com éter dietílico para remoção do lipídeo, a fase etérea foi removida com corrente de ar e teve volume completado para 50 ml de água Milli-Q; alíquotas de 2 mL foram tratadas com solução alcalina saturada com sal para éter dietílico para extração seletiva da histamina; o conteúdo dos tubos foram misturados e deixados em repouso para separar as fases, da fase etérea foram retirados 7 mL e transferido para tubos contendo 2mL de HCl 0,1M e misturados por 5 min; a fase etérea foi removida por corrente de ar e a fase de HCl 0,1M foi usada para análise cromatográfica.
Tsai (2005)	Uma amostra de 5 g foi homogeneizada com 20 mL de TCA 6% por 3 min, centrifugada a 10000 x g por 10 min a 4 °C e filtrada. Os filtrados foram transferidos para frascos e adicionou-se TCA 6% até se completar um volume final de 50 mL. Foi adicionado 2 mL do derivatizante cloreto de dansila para determinação das aminas biogênicas.
Método adaptado	Aproximadamente 10g da amostra foi macerada com 7 mL de água acidificada (HCl 0,1M) até formar uma emulsão. A emulsão foi filtrada com papel Whatman nº 5 com auxílio de uma bomba à vácuo, sendo o filtrado recebido em um frasco de kitassato. Recolheu-se o filtrado em tubo de ensaio de 20mL e adicionou-se 3mL de éter etílico. A fração etílica foi removida com pipeta graduada e a fração aquosa ácida contendo a histamina foi reservada para posterior injeção. A fase móvel usada foi metanol HPLC e solução tampão fosfato (fosfato monobásico de potássio) com pH 2,5.

4.4.2. Isolamento e Identificação de Histamina

Todos os experimentos sobre identificação de histamina foram realizados a partir das amostras preparadas do pescado (cavala, robalo, caranguejo, siri) com três tempos de aquisição variando o horário da coleta de 6 em 6 horas (Tempo 1- período da manhã (6 e 7 h); Tempo 2- período de meio-dia (12 e 13 h; Tempo 3- período de fim de tarde (16e 15 h)).

4.4.3. Metodologia de análise pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

4.4.3.1 Preparo da solução padrão

Uma solução estoque padrão de histamina foi preparada em TCA - ácido tricloroacético a 5% (1mg/mL^{-1}) em frasco volumétrico de 50 mL, estocada em frasco escuro e congelada à -18°C . A partir desta solução foi preparada uma solução padrão para obtenção da curva padrão com as seguintes diluições: 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125 mg/mL^{-1} . Os resultados foram transferidos para um gráfico como demonstrado na Figura 8.

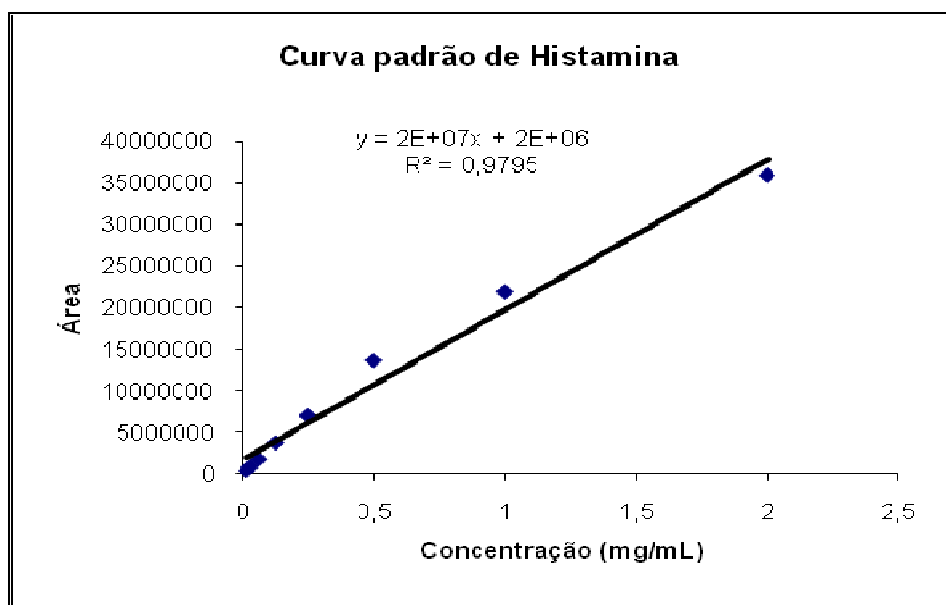


Figura 8: Curva padrão da quantificação de histamina utilizada no método CLAE.

4.4.3.2. Extração de histamina pelo método adaptado

Aproximadamente 10g da amostra foi macerada com 7 mL de um solução de HCl 0,1M até formar uma emulsão. A emulsão foi filtrada com papel Whatman nº 5 com auxílio de uma bomba à vácuo, sendo o filtrado recebido em um frasco de kitassato. Recolheu-se o filtrado em tubo de ensaio de 20mL e adicionou-se 3mL de éter etílico. A fração etílica foi removida com pipeta graduada e a fração aquosa ácida contendo a histamina foi filtrada com membrana 0,45µm e reservada para posterior injeção para ser analisada por CLAE-DAD. A fase móvel usada foi metanol HPLC e solução tampão fosfato (fosfato monobásico de potássio) com pH 2,5.

4.4.3.3. Método de separação e identificação

O sistema cromatográfico consistiu em coluna (SHIM-PAK VP-ODS C18, 4,6 x 250 mm) e fase móvel constituída de tampão fosfato 0,025 M e metanol HPLC (95:5, v/v), com fluxo de 1mL/min⁻¹ usando uma bomba (SHIMADZU, modelo LC-20AT) e degaseificador (SHIMADZU, modelo DGU-205). Alíquotas de 20 µL da amostra, foram injetadas por auto-injetor da marca (SHIMADZU, modelo SIL-20A). O detector (SHIMDZU, modelo SPD-M20A) foi operado no comprimento de onda de 210 nm e os cromatogramas foram registrados pelo software LCsolution. A quantificação foi realizada por método de padrão externo.

4.5. Análise Estatística

Os dados coletados foram interpretados através da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o programa Excel, Microsoft[®] Office Excel 2003.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características químicas do pescado

5.1.1 Composição química

Os valores médios dos componentes químicos dos peixes e crustáceos analisados, nos Lote A1 e A2 e submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância são apresentados na Tabela 10. De modo geral observa-se que todas as espécies adquiridas em supermercados (Lote LA2), apresentaram teores de umidade superiores ao lote LA1, adquiridas no mercado municipal havendo, portanto, diferenças significativas entre os lotes. A mesma tendência ocorreu para os lipídeos, excetuando-se a espécie robalo. No que se refere ao teor de proteínas ocorreu o inverso para as espécies de peixe. Os teores foram mais altos nas espécies do Lote LA1, apresentando também diferenças significativas entre os lotes. Porém, para os crustáceos os teores de proteína situaram-se muito próximos, em ambos os lotes, não sendo detectada diferenças significativas ($p < 0,05$). Entre os lotes A1 e A2, quanto aos teores de cinzas houve diferenças significativas para as espécies de peixe, não havendo entre os crustáceos.

Entre as espécies de peixes analisadas nesse estudo, a cavala apresentou o maior percentual de proteína com 25,46 e 22,08 g/100g, respectivamente para os lotes A1 e A2, os quais apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Isto indica que a cavala é uma rica fonte protéica. Na literatura encontra-se valores variando de 18,7 g/100g (FRANCO, 1998) a 23,67 g/100g (MENEZES, 2006). Vasconcelos (1995) descreveu valores de 20,48 e 23,71 g/100g nas amostras de cavala (*Scomberomorus regalis*). Segundo Ogawa e Maia, (1999) *apud* STEVANATO (2006), o conteúdo protéico de pescado varia de 8 a 23%, ou seja, os resultados obtidos nesse estudo estão dentro da faixa. Comparado aos estudos citados, os valores encontrados neste estudo estão dentro de uma faixa aceitável, uma vez que outros pesquisadores encontraram valores parecidos.

Tabela 10: Composição química e índices de frescor das diferentes espécies de pescado nos lotes (A1 e A2).

Característica	LOTE A1				LOTE A2			
	Média ± Desvio Padrão				Média ± Desvio Padrão			
	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri
Umidade (g/100g)	72,62±0,45 ^b	77,44±0,25 ^b	79,40±0,48 ^b	76,91±1,05 ^b	78,27±1,09 ^a	78,86±0,78 ^a	83,75±0,43 ^a	79,16±0,14 ^a
Proteínas (g/100g)	25,10±0,66 ^a	22,69±0,06 ^a	18,50±0,74 ^a	20,71±0,16 ^a	22,08±0,28 ^b	20,05±1,45 ^b	18,40±0,21 ^a	20,56±0,89 ^a
Lipídeos (g/100g)	0,85±0,03 ^b	1,21±0,46 ^a	0,42±0,02 ^b	1,34±0,20 ^a	1,61±0,2 ^a	0,81±0,3 ^a	0,88±0,2 ^a	1,54±0,08 ^a
Cinzas (g/100g)	1,26 ± 0,02 ^a	1,07±0,14 ^a	1,56±0,18 ^a	1,92±0,19 ^a	0,476±0,11 ^b	0,79±0,11 ^b	0,98±0,55 ^a	1,22±0,54 ^a
BVT (mg/g)	16,66±1,62 ^a	19,68±0,75 ^b	17,37±1,62 ^a	8,51±0,0 ^b	12,64±1,82 ^b	21,03±0,6 ^a	27,9±2,6 ^b	6,73±1,22 ^a
TMA (mg/g)	7,35±0,75 ^a	7,52±0,4 ^a	5,32±1,06 ^b	10,7±0,8 ^b	7,72±1,2 ^a	8,08±0,6 ^a	6,71±1,22 ^b	9,51±0,31 ^a
TBA (mg malonaldeído /kg)	5,45 ± 0,06 ^a	3,99±0,79 ^b	0,50±0,01 ^a	0,88±0,02 ^a	2,47± 0,06 ^b	8,56±0,06 ^a	0,83±0,01 ^a	0,86±0,08 ^a

Letras diferentes na mesma linha para cada espécie explicitam a diferença significativa entre os lotes (p≤0,05).

n= 6 (número de amostras analisadas)

Dentre as espécies de crustáceos estudadas nos Lotes A1 e A2, o caranguejo apresentou o maior percentual de umidade com valores médios de 79,44 e 83,75 g/100g. Todos os valores encontrados estiveram dentro da faixa referida para os peixes e crustáceos, que é de 64,0% a 90,0% (Hart & Fisher, 1997 *apud* MENEZES, 2006). Valores de umidade semelhantes foram encontrados por Pedrosa *et al*, (2001) onde descreveram 84,42% e 82,80% de umidade na carne de caranguejo-uçá cru e cozida, respectivamente, enquanto Chen *et al*, (2007) encontraram para carne beneficiada de caranguejo chinês 78,9% de umidade. Para efeito comparativo, a Tabela 11 apresenta valores encontrados na literatura conforme os seus respectivos autores.

Tabela 11: Valores de umidade em caranguejo segundo diversos autores.

Característica	AUTORES				
	PEDROSA & COZZOLINO (2001)	SKONBERG & PERKINS (2002)	NACZA <i>et al</i> , (2004)	LOURENÇO <i>et al</i> , (2006)	LIRA <i>et al</i> , (2007)
Umidade (g/100g)	84,42	79,0	82,5	79,35	79,82

O siri destacou-se das demais espécies por seu alto teor de cinzas (1,92 e 1,22 g/100g) e de lipídeos (1,34 e 1,54 g/100g) nos lotes A1 e A2, respectivamente, entretanto não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os mesmos. Gokoolo (2002) encontrou valores para cinzas igual a 1,39%. Lira *et al*, (2007) encontraram valores de cinzas em siri-mole de 2,18 g/100g e de 2,06 g/100g em caranguejo-uçá, resultados mais altos se comparados com os do presente estudo. Vale ressaltar que em siri mole parte dos minerais que irão compor a carapaça ainda encontram-se na carne daí esta alta concentração. Isso indica que o siri é uma excelente fonte de minerais. Valores encontrados na literatura estão apresentados na Tabela 12 para efeito comparativo. Sabe-se que possíveis diferenças nos componentes químicos das espécies e entre as espécies são decorrentes da época e local de captura, tamanho das espécies, estágio gonadal, dentre outros.

Tabela 12: Valores de cinzas e lipídeos em siri encontrados por diversos autores.

Características	AUTORES		
	SKONBERG & PERKINS, (2002)	KUCUKGULMEZ <i>et al</i> , (2005)	LOURENÇO <i>et al</i> , (2006)
Cinzas (g/100g)	2,2	2,13	2,69
Lipídeos (g/100g)	0,5	0,44	-

5.1.2. Bases Voláteis Totais (BVT) e Trimetilamina (TMA)

O robalo apresentou-se com maior valor médio para Bases Voláteis Totais (BVT) (19,68 e 21,03 mg/100g) e o siri com os maiores valores de Trimetilamina (TMA) (10,7 e 9,51mg/100g) com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os lotes. Taliadouro *et al*, (2003) encontraram no robalo valores de 27,7 mg/100g de BVT no músculo e 27,2 mg/100g no filé e (0,778 mg/100g) de TMA. Kirana & Lougovis (2002), estudaram a composição sensorial, química e microbiológica do robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) estocados em gelo por um período de 22 dias e encontraram valores médios para BVT de 17,22 a 30,58 mgN/100g e de TMA 0,2 a 1,25 mg/100g. A concentração de BVT em pescado fresco deve estar entre 5 e 20 mg N/100g de músculo (BRASIL, 1997), entretanto níveis de 30 a 35 mg/100g de músculo são geralmente considerados como limite de aceitabilidade para peixes armazenados no gelo (CONNELL, 1995). A presença do BVT é resultante do efeito de várias transformações, originando-se da degradação do Óxido de Trimetilamina (OTMA) e dos aminoácidos livres por mecanismos diferentes, entre estes a decomposição pelas bactérias (Contreras-guzmán, 1994 *apud* POMBO, 2007). É importante comentar os estudos de Garcia & Careche (2002) que demonstraram a eficiência da conservação do peixe em mistura de gelo e água salgada (a exemplo do que é feito em embarcações pesqueiras) cujos valores foram tabulados entre 10 e 15 mgN/100g após 8 e 13 dias respectivamente. Os resultados obtidos de BVT e TMA são coerentes com a prática observada no manuseio do pescado em geral, em feiras livres onde a refrigeração é visivelmente deficiente.

Segundo Kuaye (1982), os valores de BVT variam de acordo com a metodologia utilizada, a espécie do pescado e o estágio de alteração, sendo pouco sensíveis para pescado de água doce, onde não é observada grande alteração durante vários dias de armazenamento em gelo.

5.1.3. Índice de Rancidez (IR)

Avaliando-se comparativamente os dados da análise de TBA entre as amostras de pescado, a cavala no Lote A1 apresentou a maior concentração de aldeído malônico, os valores sendo 5,45 mg malonaldeído/kg no lote A1 e 2,47 mg malonaldeído/kg no lote A2 com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os lotes. Isto significa que, do ponto de vista da oxidação lipídica, os produtos considerados diferem entre si, em função dos tratamentos pós-captura que receberam, ou seja, a cavala pode chegar ao comércio em condições compatíveis com o consumo, mas quando é oferecida ao mercado varejista sua qualidade fica comprometida. Portanto, baseando-se neste índice, as amostras de cavala estão em desacordo com valores considerados aceitáveis. Em geral, peixes de carne vermelha apresentam alto conteúdo de lipídeo no músculo e os peixes de carne branca apresentam teor de lipídeos abaixo de 1%. Os produtos de pesca podem ser classificados de acordo com o teor de gordura em magros (até 2%), semigordos (entre 2 e 8%) e gordos (teor de gordura superior a 8%) (SALINAS, 2002). Os resultados obtidos também são coerentes com a prática observada no manuseio do pescado, em geral em feiras livres, onde a refrigeração é visivelmente deficiente. Segundo Al Kahtani *et al*, (1996) *apud* Stevanato (2006) um produto é considerado em bom estado de conservação, quando os valores do índice de TBA estão abaixo de 3 mg malonaldeído/kg de amostra. Pereira *et al*, (2005) registraram valores de 0,18 mg de aldeído malônico/kg verificados na sardinha fresca comercializada no mercado atacadista na CEAGESP-SP e 0,82 mg de aldeído malônico/kg em feiras livres e 7,14 em sardinhas descongeladas comercializadas nesses mesmo locais. Kelleher *et al*, (1994) correlacionaram teores de até 0,43 mg de aldeído malônico/kg com o odor suave (frescor) do filé de cavala, e de 0,43 a 0,72 mg de aldeído malônico/kg com o odor de ranço.

A cavala examinada está sujeita a oxidação de sua fração lipídica na dependência de seu histórico, como matéria-prima, e dos tratamentos recebidos, principalmente: manuseio e estocagem a bordo da embarcação pesqueira, tempo de estocagem, desembarque em terra e distribuição para o mercado visando à comercialização, sob refrigeração, ou à industrialização, onde pode ser congelada ou processada.

A espécie o robalo do Lote A2 apresentou-se com o maior índice de aldeído malônico gerado com 8,56 mg de aldeído malônico/kg. Esse resultado indica a rancidez oxidativa provavelmente pela exposição do peixe ao oxigênio atmosférico com aceleração da oxidação. Os ácidos graxos dos peixes durante o armazenamento são vulneráveis a oxidação lipídica mesmo armazenados sob temperatura de 0°C. As reações envolvidas na oxidação lipídica são de origem não enzimática, ou catalisadas por enzimas microbianas ou enzimas digestivas próprias do peixe. O relativo significado destas reações depende principalmente das espécies de peixes e temperatura de armazenamento (HUSS, 1995). Taliadouro *et al*, (2003) estudaram a vida de prateleira do robalo inteiro e filetado, por 16 dias. Os valores de TBA encontrados no peixe inteiro foi aumentando, gradativamente, com valor inicial de 1,55 mg aldeído malônico/kg no primeiro dia para um valor final de 8,15 mg aldeído malônico/kg no décimo sexto dia. No filé o valor inicial encontrado foi de 10,21 mg aldeído malônico/kg no primeiro dia e 26,27 mg aldeído malônico/kg no décimo sexto. Esta peroxidação se dá tanto em pescado mantido refrigerado como, ainda mais intensamente no descongelado, após prolongada estocagem sob congelamento.

De acordo com Huss (1997) *apud* VICENTE (2007), o pescado fresco deve ser mantido o mais próximo possível do ponto de congelamento, mantendo a temperatura em nível de 0°C evitando principalmente a temperatura ambiente a fim de assegurar a integridade do produto exposto ao consumidor e garantir sua qualidade, concordando com o autor e comprovado nesse estudo, havendo necessidade não somente do controle da exposição do produto em temperaturas adequadas no comércio varejista pesquisado, mas também em sua cadeia de distribuição.

5.2. Perfil dos ácidos graxos encontrados no pescado

Na tabela 13 estão apresentados os dados referentes ao perfil dos ácidos graxos identificados nas amostras de pescado dos Lotes A1 e A2.

Foram identificados 12 ácidos graxos na cavala e no caranguejo, sendo 6 saturados, 2 monoinsaturados e 4 poliinsaturados; 11 ácidos graxos no robalo: 6 saturados, 2 monoinsaturados e 3 poliinsaturados; nas amostras de siri do Lote A1 foram identificados 10 ácidos graxos: 6 saturados, 2 monoinsaturados e 2 poliinsaturados e no Lote A2 dos 8 ácidos graxos encontrados, 4 são saturados, 2 monoinsaturados e 2 poliinsaturados.

Tabela 13: Composição de ácidos graxos encontrados no pescado.

ÁCIDOS GRAXOS	VALORES (%; Média ± Desvio Padrão)							
	LOTE A1				LOTE A2			
	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri
Ácido Cáprico (C10:0)	0,86±0,09 ^a	0,75±0,27 ^a	1,35±0,00 ^a	1,44±0,54	0,64±0,26 ^a	0,92±0,26 ^a	1,25±0,38 ^a	ND
Ácido Láurico (C12:0)	0,64±0,34 ^a	2,00±0,34 ^a	1,15±0,05 ^a	0,51±0,15	0,33±0,21 ^a	1,06±0,21 ^a	0,62±0,12 ^b	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	ND	3,45±0,17 ^a	ND	2,04±0,34 ^a	ND	4,06±2,60 ^a	ND	2,41±0,27 ^a
Ácido Palmítico (C16:0)	46,16±1,32 ^a	36,35±1,48 ^a	33,41±0,49 ^a	18,56±0,85 ^b	44,67±3,72 ^a	37,05±1,47 ^a	28,64±2,01 ^a	27,89±0,31 ^a
Ácido Palmitoléico (C16:1)	1,11±0,31 ^a	7,28±1,77 ^a	1,02±0,39 ^a	2,35±1,23 ^a	0,99±0,04 ^a	5,32±0,68 ^a	1,26±0,03 ^a	1,30±0,10 ^a
Ácido Esteárico (C18:0)	19,64±1,24 ^a	18,60±0,00 ^a	20,05±2,86 ^a	13,55±3,96 ^b	20,45±1,98 ^a	16,51±2,08 ^a	24,73±3,79 ^a	14,09±0,59 ^a
Ácido Oléico (C18:1ω-9)	17,81±1,56 ^a	13,14±1,03 ^a	18,07±1,65 ^a	12,44±4,32 ^b	16,1±1,14 ^a	16,53±2,69 ^a	18,91±0,90 ^a	14,88±0,58 ^a
Ácido Linoléico (C18:2ω-6)	0,96±0,10 ^a	1,82±1,56 ^a	5,65±2,46 ^a	ND	0,79±0,46 ^a	1,48±0,47 ^a	4,38±0,45 ^a	3,73±0,27
Ácido ω-Linolênico (C18:3ω-3)	5,91±0,72 ^a	1,25±0,48 ^a	3,65±0,23 ^a	ND	7,59±4,01 ^a	1,40±0,59 ^a	5,51±1,87 ^a	ND
Ácido Araquidico (C20:0)	4,19±0,41 ^a	2,73±0,22 ^a	10,65±0,77 ^a	26,23±3,25 ^a	5,61±1,32 ^a	2,38±0,16 ^a	9,63±0,80 ^b	17,97±2,09 ^a
Ácido Eicosadienóico (C20:2ω-6)	0,81±0,07 ^a	ND	0,06±0,00 ^a	1,91±0,56	0,87±0,36 ^a	ND	0,12±0,08 ^a	ND
Ácido Eicosapentaenóico (C20:5ω-3)	1,35±0,49 ^a	12,65±0,64 ^a	5,13±0,72 ^a	14,19±4,15 ^b	1,14±0,58 ^a	13,30±0,88 ^a	3,97±1,80 ^a	14,76±2,14 ^a
Ácido Beênico (C22:0)	0,57±0,19 ^a	ND	0,48±0,00 ^a	ND	0,83±0,30 ^a	ND	0,99±0,39 ^a	ND
Ácidos Graxos Saturados	72,06	63,88	67,09	62,33	72,53	61,98	65,86	62,85
Ácidos Graxos Insaturados	27,95	36,14	33,58	30,90	27,48	38,03	34,15	34,6
Ácidos Graxos Monoinsaturados	18,92	20,42	19,07	14,79	17,09	21,85	20,17	16,1
Ácidos Graxos Poliinsaturados	9,03	15,72	14,49	30,90	10,39	16,18	13,98	18,4
Ácidos Graxos								
Poliinsaturados/Ácidos Graxos Saturados	0,12	0,24	0,21	0,49	0,14	0,26	0,21	0,29

*Letras diferentes na mesma linha para cada espécie explicitam a diferença significativa entre os lotes (p≤0,05).

n=6 (número de amostras analisadas)

ND= Não Detectado

A concentração dos ácidos graxos saturados foi encontrada com maior percentual na cavala com 72,53% do Lote A2. Entre as saturados, destacaram-se o ácido palmítico, o esteárico e o araquídico, todos expressos em área percentual (%) de ácidos graxos totais, com valores médios de 44,67; 20,45 e 5,61%. Por seu elevado teor em ácidos graxos saturados, associados à baixa relação AGPI/AGS, recomenda-se o consumo monitorado da cavala por portadores de doenças cardiovasculares. Dentre os ácidos graxos saturados predominantes na cavala, o palmítico é um dos mais hipercolesterolêmicos e aterogênicos, sendo considerado fator dietético de risco para o desenvolvimento de doença cardiovascular (Curi *et al.*, 2002 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2008). Menezes (2006), nos filés frescos da tainha e do camurim, encontrou valores menores de ácido palmítico, 12,97 e 14,38%, respectivamente. Valores diferentes de ácido esteárico foram apontados por esse mesmo autor, que encontrou nos filés frescos da tainha 4,26%, e do camurim 11,93%. Bruschi (2001) detectou valores superiores 20% para o ácido palmítico em todas as espécies de peixes estudadas, com o maior teor (29,6%) na sardinha e o menor teor (16,23%) na pescada foguete. Menezes (2006) encontrou valores inferiores de ácido palmítico (17,34%) para cavala.

Já nos monoinsaturados, o robalo no lote A2 apresentou a maior predominância com 21,85%, destacando-se ácido oléico que apresentou uma concentração de 16,53%. Esse resultado evidencia a vantagem do consumo de robalo em relação às espécies estudadas, pois os ácidos graxos monoinsaturados têm um efeito hipocolesterolêmico intermediário (MENEZES, 2006), tem significativo efeito hipolipidêmico quando substitui gordura saturada na dieta, diminuindo os níveis séricos de colesterol e triacilgliceróis, (Mahan & Escott-Stump, 2005 *apud* OLIVEIRA, 2008), o que engrandece o valor nutricional do robalo. Teores menores foram detectados por Menezes (2006) com 6,27% nos filés frescos da tainha e 4,88% nos do camurim. Filho *et al.*, (2008), estudaram o perfil lipídico de peixes do Pantanal e dentre as espécies analisadas, o pacu revelou o maior conteúdo de ácido oléico (37,25%). O predomínio desse ácido graxo parece ser característico de peixes de água doce. Alasalvar *et al.*, (2002) estudaram o perfil lipídico do robalo (*Dicentrarchus labrax*) cultivado e selvagem, encontrando um valor total de ácidos graxos monoinsaturados de 34,6% e 19,4%, respectivamente, com predominância do ácido oléico (20,9 e 11,1%). Brushi, (2001) encontrou 25,29% de ácido oléico para a pescada branca e 23,27% para o goete.

Dentre os ácidos graxos da série ω -3, o ácido graxo α -linolênico (18:3 ω -3), apresentou um valor de significativo de 5,91 e 7,59% na cavala; 1,5 e 1,4% no robalo; 3,65 e 5,51% no caranguejo, respectivamente, nos Lotes A1 e A2. Não foi detectada a presença deste ácido graxo em carne de siri em ambos os lotes. Concentrações levemente superiores foram

detectados por Lira *et al*, (2007) em caranguejo-uçá e caranguejo Pilar com 5,3 e 5,2% de ácido graxo poliinsaturado α -linolênico (ω 3).

Çelik (2008) investigou o perfil lipídico da cavala capturada no verão e inverno e encontrou valores significativos de EPA com 5,96 e 4,33%, respectivamente. Filho *et al*, (2008), encontraram no pintado alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (17,33% do total de ácidos graxos), enquanto que, Moreira *et al* (2003) encontraram valores inferiores de para o α -linolênico com 0,81% para matrinxã, 0,85% para piraputanga e 1,18% para piracanjuba. Oliveira *et al*, (2008) avaliou o valor nutricional do peixe mandim e dentre os ácidos graxos poliinsaturados, formas importantes de ômega-3 e ômega-6 foram detectadas no mandim *in natura* e beneficiado, respectivamente: docosahexaenóico, 3,87% e 2,19%; α -linolênico 2,09% e 1,77%; eicosapentaenóico, 1,57% e 1,88%; e linoléico, 2,55% e 1,62%.

O ácido α -linolênico é importante na modulação do metabolismo do ácido araquidônico, com conseqüente redução da agregação plaquetária (LIRA *et al*, 2004). Segundo Neumann *et al*, (2000), o ácido graxo ω -3 é um componente alimentar indicado para proteção contra as doenças cardiovasculares e hipertensão arterial sistêmica porque conduz à diminuição nas concentrações sanguíneas de triglicerídeos e pressão arterial.

Os ácidos graxos oléico e linoléico, considerados desejáveis do ponto de vista nutricional, foram encontrados, respectivamente nas amostras dos Lotes A1 e A2 exceto o linoléico nas amostras de siri no Lote A1. Todos esses ácidos graxos foram detectados em concentrações significativas nas amostras de caranguejo demonstrando um aspecto positivo sob o ponto de vista nutricional em relação às outras espécies, com valores médio de ácido oléico de 18,07 e 8,91%; ácido linoléico de 5,65 e 4,385.

Para a avaliação de uma espécie de pescado como fonte de ácido graxo poliinsaturado, visando benefícios à saúde humana, é necessário o conhecimento de dois aspectos da composição dos peixes: perfil de ácidos graxos, especialmente os poliinsaturados, e o teor de lipídeos da espécie (Belda & Pourchet-Campo, 1991 *apud* MENEZES, 2006).

Levando em consideração os benefícios conhecidos à saúde humana atribuída a ingestão do ácido graxo poliinsaturado EPA (C20:5 ω -3), o siri em ambos os lotes apresentaram níveis elevados com valores médios de 14,19 e 14,76%, respectivamente, seguido do robalo com valores de 12,65 e 13,30%. Menezes (2006) encontrou 5,42% de EPA para a tainha e 4,28% para o camurim. Em peixes, as espécies de água doce, particularmente de águas tropicais, têm quantidade de EPA e DHA significativamente menores do que as espécies marinhas (Maia *et al*, 1995 *apud* MENEZES, 2006). Em peixes marinhos, Oliveira

(2002) encontrou valores de EPA para cabeças *in natura* de atum e sardinha (5,76 e 7,28%) e DHA (22,77 e 20,46%), respectivamente.

A maior relação de Ácidos Graxos Poliinsaturados/Ácidos Graxos Saturados (AGPI/AGS) encontrada foi de 0,49 para o siri do Lote A1 que apresentou valor superior ao mínimo recomendado pelo *BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH* (1994) para a dieta total, que é de 0,45. Wood *et al* (2008) defendem que relações elevadas de AGPI/AGS são importantes por reduzir o risco de doenças cardiovasculares, recomendando um mínimo de 0,4. De acordo com o *Department of Health and Social Security*, (DHSS, 1984) da Inglaterra, o valor da razão AGPI/AGS inferiores a 0,45, indicam alimentos pouco saudáveis, especialmente em relações às doenças cardiovasculares. Este valor encontrado varia devido à espécie, assim como à alimentação e a sazonalidade.

A relação AGPI/AGS é de extrema importância em estudos de dietas, pois um excesso de ácido linoléico irá competir pelas dessaturases comprometendo o α -linolênico, tendo como possível consequência uma baixa produção do ácido eicosapentaenóico (Krauss *et al*, 2000 *apud* MENEZES, 2006). Ou seja, quando ocorre níveis insuficientes de ácidos graxos poliinsaturados no regime alimentar o organismo tem que sintetizá-los a partir de seus homólogos, o que pode provocar um desequilíbrio nas proporções entre as diferentes séries.

Assim, se do ponto de vista nutricional é desejável o aumento na razão AGPI/AGS, entretanto do ponto de vista da estabilidade química da carne e seus derivados, o inverso é desejável (diminuir a razão AGPI/AGS), visto que os ácidos graxos saturados são mais estáveis aos processos de oxidação e fornece uma gordura menos oleosa, contribuindo para uma melhor aparência e sabor (WOOD *et al*, 2008). Os ácidos graxos insaturados, especialmente os poliinsaturados, são lábeis à oxidação, um problema sério no processamento e armazenamento de alimentos.

5.3. Teores de histamina no pescado

5.3.1. Resultados preliminares da histamina

Os teores de histamina determinadas no sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) acoplado com *Diode Array Detector* (DAD) em pescado estão apresentados na Tabela 14.

A grande maioria dos métodos emprega detecção fluorimétrica, com derivação pré ou pós-coluna (ÖNAL, 2007). Entretanto, o presente estudo não utilizou a técnica de

derivatização da histamina com o intuito de desenvolver e otimizar uma metodologia analítica na determinação dessa amina biogênica para garantir que um novo método analítico gere informações seguras, exatas e interpretáveis sobre a amostra. O método foi otimizado a partir das metodologias de extração de histamina de Oliveira *et al.*, (2004) e Tsai (2005).

De uma perspectiva analítica, a determinação de amins bioativas em alimentos não é uma técnica simples, sendo assim, para determinar o conteúdo de histamina produzido no pescado estudado, vários métodos foram testados, em caráter preliminar, para a extração dessa amina biogênica em diferentes matrizes (cavala, robalo, caranguejo e siri).

Geralmente as técnicas para determinação de amina biogênica envolvem as etapas de extração, derivação, separação e quantificação (BUSTO *et al.*, 1994; KIRSCHBAUM *et al.*, 1994 *apud* SILVA, 2008).

Baseados nessas informações foram testados várias metodologias de extração e determinação da histamina, com o objetivo de avaliar o método mais simples, rápido, sensível e de menor custo na separação desse analito.

Tabela 14: Valores de histamina (mg/100g) determinadas no sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)) em peixes e crustáceos – Testes preliminares.

Autores/ Metodologia	Teor de histamina (mg/100g)							
	Média ± Desvio Padrão							
	Lote A1				Lote A2			
	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri	Cavala	Robalo	Caranguejo	Siri
Oliveira <i>et al</i>, (2004)	*ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tsai (2005)	1726,9±3,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Método adaptado	4,25±1,75a	0,59±0,04b	53,71±4,2a	23,95±2,27a	4,38±1,15a	6,88±0,03b	5,98±0,6b	5,32±0,04b

n= 6 (número de amostras analisadas)

*ND- Não Detectado

A extração da histamina de acordo com a metodologia de Oliveira *et al*, (2004) foi realizada com o uso do ácido tricloroacético 5% e éter dietílico, entretanto foi verificado que nessas condições de extração e determinação o pico da histamina estourava o que impossibilitava a quantificação desse analito nas amostras, pois a área da amostra analisada estava acima do limite máximo de quantificação da curva de calibração, segundo Windholz (1996) *apud* SILVA (2008) isso pode ser explicado pelo fato da histamina apresentar elevada solubilidade em ácidos, água e solventes orgânicos como clorofórmio; água e metanol, e uma média solubilidade em etanol.

A metodologia de extração e determinação de histamina de acordo com Tsai *et al*, (2005) não foi eficiente para as amostra analisadas nesse estudo, pois o maior problema normalmente encontrado nos picos das amostras extraídas com ácido tricloroacético 6%, era a co-eluição de outros interferentes presentes na amostra que não eram de interesse nesse estudo, esse fato pode ser ocorrido pelo não uso do derivatizante na extração. A detecção de amins em matrizes complexas como peixes e seus produtos, torna-se difícil devido ao fato destas estarem, geralmente, presentes em baixas concentrações. Além disso, a maioria das amins não apresenta absorção no ultravioleta (UV) e nem fluorescência, tornando-se necessário um processo de derivação para aumentar a absorbância e, conseqüentemente, diminuir o limite de detecção (Busto *et al*,1994; Kirschbaum *et al*,1994 *apud* SILVA, 2008)

A metodologia de extração e quantificação de histamina de acordo com Tsai *et al*, (2005) não foi eficiente para as amostra analisadas nesse estudo, pois o maior problema normalmente encontrado nos picos das amostras extraídas com ácido tricloroacético 6%, era a co-eluição de outros interferentes presentes na amostra que não eram de interesse nesse estudo, esse fato pode ser ocorrido pelo não uso do derivatizante na extração. A detecção de amins em matrizes complexas como peixes e seus produtos, torna-se difícil devido ao fato destas estarem, geralmente, presentes em baixas concentrações. Além disso, a maioria das amins não apresenta absorção no ultra-violeta (UV) e nem fluorescência, tornando-se necessário um processo de derivatização para aumentar a absorbância e, conseqüentemente, diminuir o limite de detecção (Busto *et al*,1994; Kirschbaum *et al*,1994 *apud* SILVA, 2008)

Assim, devido à capacidade de se determinar especificamente a histamina na presença de outros componentes presentes na matriz, o método considerado o mais seletivo, com melhores resultados de extração e determinação de histamina foi o adaptado utilizando ácido clorídrico (HCl) 0,1M. Segundo Custódio (2006) *apud* SILVA (2008), as reações de protonação da amina e sua reversão para a forma não protonada, em função do pH, são extremamente importantes no isolamento e análise destas substâncias, bem como a

solubilidade das aminas e de seus sais, em soluções aquosas e em solventes orgânicos. Na extração de aminas ligadas a outros componentes da matriz, são empregados reagentes ácidos, como ácido clorídrico (Rice *et al.*, 1976; Chang *et al.*, 1985 *apud* SILVA, 2008), ácido perclórico (Koehler & Eitenmiller, 1978; Zee *et al.*, 1985; Ohta *et al.*, 1993 *apud* SILVA, 2008) e ácido tricloroacético (Zee *et al.*, 1983; Vale & Glória, 1997 *apud* SILVA, 2008).

5.3.2. Quantificação de histamina

Após a padronização do método que apresentou mais eficiência na extração da histamina, foram realizadas novas análises para a quantificação da histamina, com variação de 6 horas no tempo de coleta das amostras (T1, T2 e T3). Nas figuras 9 e 10, observa-se a presença de histamina em peixes cavala e robalo cujos valores foram crescentes ao longo dos períodos de coleta (T1, T2 e T3) das amostras do lote A1 enquanto para o robalo no Lote A2 o teor de histamina mostrou-se estável.

Os valores médios encontrados para cavala foram inicialmente de 4,39; 5,86; 5,87 mg/100g de histamina no Lote A1 e 5,38; 5,44; 5,85 mg/100g de histamina no Lote A2, de acordo com a Figura 9. Segundo a legislação europeia (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2005), estes valores estariam dentro do preconizado na legislação. No entanto, esta legislação não faz referências ao fato de outras aminas biogênicas potencializarem a ação intoxicante da histamina, o que levaria a casos de intoxicação e/ou casos alérgicos em decorrência da ingestão de menores concentrações. Nos peixes da família *Scombridae* os níveis de histidina livre podem ser maiores que 500 mg/100g. Essas concentrações elevadas nos escombrídeos se justificam, entre outros motivos, pela grande atividade muscular que esses tipos de peixes apresentam. Por esse motivo, o atum e outros peixes da família *Scombridae*, *Scomberesocidae*, *Clupeidae*, *Coriphaenidae* e *Pomatomidae* são muito susceptíveis à formação de histamina em sua musculatura (ANDRADE, 2006).

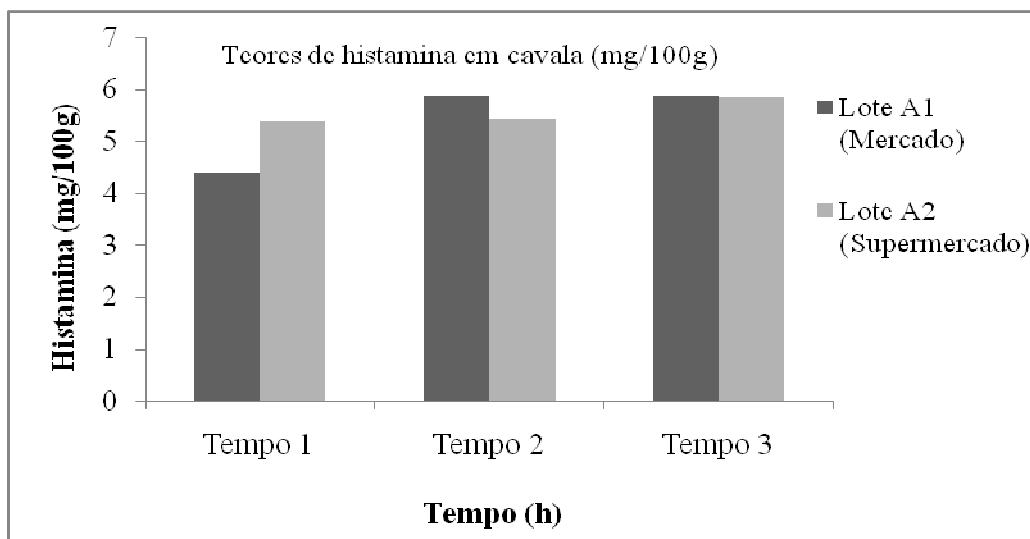


Figura 9: Teores de histamina na cavala dos Lotes A1 e A2.

A histamina foi observada também nas amostras de robalo com valores médios crescentes no Lote A1 (15,15; 19,52; 21,81 mg/100g) variando de 15,15 a 21,81 mg/100g de histamina. No Lote A2 encontrou-se 6,82; 6,86; 6,93 mg/100g de histamina. Observando-se a Figura 10, os dados do robalo no Lote A1, no que se refere à concentração de histamina, percebe-se que esse produto contém concentrações desta amina em valores que podem causar reações adversas nos indivíduos que consumirem este produto (LEHANE & OLLEY, 2000), pois todas as concentrações de histamina estão acima de 10 mg/100g, de acordo com o limite máximo preconizado pela Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1997). Segundo Suzzi & Gardini (2003), temperaturas elevadas favorecem a proteólise e a reação de descarboxilação, resultando no aumento da concentração de aminas. Segundo Contreras-Guzmán (1994) *apud* LAPA-GUIMARÃS (2005), comenta que algumas espécies de pescado que apresentam baixas concentrações de histidina livre (como bagres, trutas de água doce) foram associadas à intoxicações por histamina. Nestes casos, provavelmente a falta de higiene e de refrigeração correta podem ter sido a causa do problema.

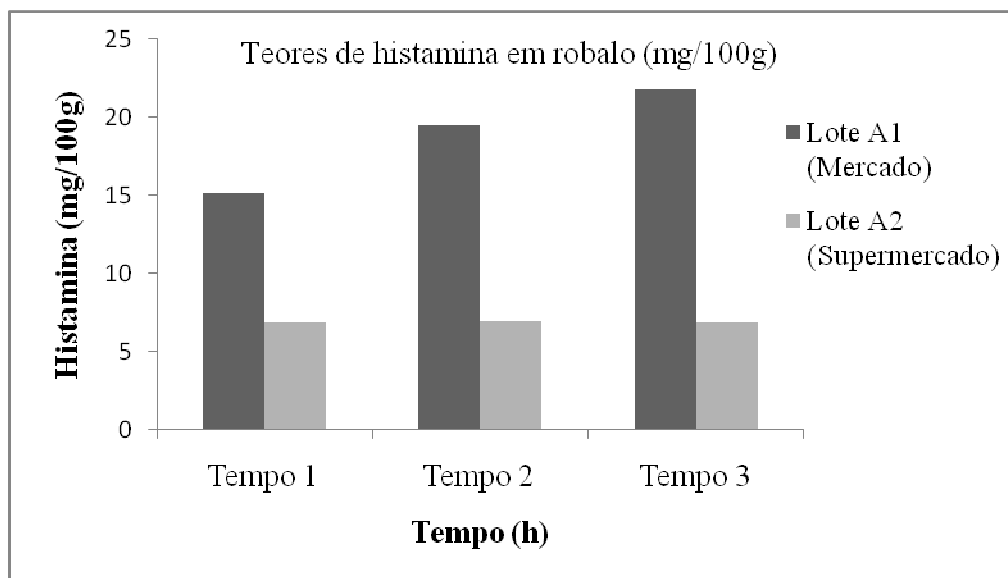


Figura 10: Teores de histamina no robalo dos Lotes A1 e A2.

Com relação à temperatura, as descarboxilases são mais ativas em temperaturas inferiores a 30°C e sem atuação acima de 40°C. Na faixa de 0 a 10°C, a atividade dependerá da microbiota presente. Em alimentos, a produção de histamina é lenta a 10°C e quase terminada a 5°C, devido à destruição da bactéria produtora de histamina (HALÁSZ *et al*, 1994).

Soares *et al*, (2005), estudaram o teor de histamina na musculatura branca e vermelha da sardinha e encontraram no 5º dia de estocagem na musculatura branca, valores inferiores a 2mg/100g e na musculatura vermelha ainda não havia formação deste composto. No 9º dia a porção muscular branca apresentou entre 2 e 5mg/100g de histamina, enquanto a vermelha já apresentava teores superiores a 5mg/100g. Ruiz-Capillas & Moral (2005), realizaram experimento com *Thunnus obesus* estocados a 3°C por 25 dias, pesquisando a formação de histamina nesta espécie. Como resultados, encontraram valores iniciais menores que 10µg/g (1 mg/100g), alcançando 78,1 µg/g (7,8mg/100g) nos últimos dias de armazenamento. Patange *et al* (2005) analisaram por 24 horas o teor de histamina em filés de atum e cavala e os valores médios de histamina variaram de 1,6 mg/100g na primeira hora de estocagem a 49,50 mg/100g depois de 24 horas, 2,50 mg/100g na primeira hora de armazenamento e 75,00 mg/100g depois de 24 horas. Auerswald *et al*, (2006) detectaram em peixes escombrídeos como o peixe-espada (*Xiphias gladius*) e na tuna (*Thunnus albacares*), concentrações de histamina com valores médios que variam de 0,8 e 3,9; 2,9 e 3,8 ppm, respectivamente.

Sabendo-se que a temperatura é um fator exógeno de importância na formação da histamina (ABABOUC *et al*, 1996), não havendo formação em temperaturas inferiores a

0°C ou superiores a 60°C, alertamos para as possíveis consequências negativas relacionadas às elevadas temperaturas de exposição do peixe no comércio varejista, o que facilita a formação de histamina, que nos casos das amostras de robalo do Lote A1 utilizadas nesse estudo estavam presentes.

De acordo com Cruickshank & Williams (1978) *apud* OLIVEIRA (2004), peixes com conteúdo de histamina superior a 1mg/g (100 mg/100g) são normalmente tóxicos. Os níveis de histamina variam de espécie para espécie e de peixe para peixe dentro de uma mesma espécie e até mesmo em diferentes partes do mesmo peixe (MORENO, 2002).

O teor de histamina também foi proposto como critério de qualidade de pescado, uma vez que baixos níveis são detectados em peixe recém-capturado enquanto sua concentração aumenta com a sua deterioração. Além disso, o conhecimento dos teores de histamina em pescado é útil na avaliação do seu potencial em causar intoxicação histamínica (LEITÃO, 1983). A avaliação da quantidade de histamina tem sido usada como rotina nos procedimentos de controle de qualidade adotados pela maioria das indústrias pesqueiras.

Rodrigues (2007) expôs o atum a altas temperaturas por curtos períodos de tempo e encontrou concentrações potencialmente tóxicas de histamina (67 e 382 mg/kg) no músculo do atum armazenado a 0-2°C por 12 dias e exposto a 30°C por 2 horas diariamente. Já quando foi armazenado a 6-7°C, e elevado à mesma temperatura, os níveis encontrados foram de 544,5-4156,6 mg/kg que são considerados altamente tóxicos. Saad *et al*, (2008) encontraram valores médios de histamina em filés de atum em óleo (18,0mg/kg), atum em salmoura (2,1 mg/kg) e anchova ao molho (2,1 mg/kg)

Vários tipos de pescado enlatados foram analisados quanto ao teor de aminas biogênicas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. Chang (2008) avaliou a incidência de 43 casos de intoxicação histamínica no consumo de filés de peixe-espada na cidade de Taiwan e encontrou 85,9–293,7 mg/100 g de histamina, sendo o limite aceitável, de acordo com a *Food and Drug Administration* (FDA) de 50 mg/100g. Shakila *et al* (2001) determinaram o teor de histamina por CLAE em sardinha curada e cavala curada e fresca e encontraram 59,61, 35,26 e 1,95 mg/100g de histamina, respectivamente.

Entre os crustáceos, das 6 amostras analisadas de caranguejo e siri nos Lote A1 e A2 nos tempos T1, T2 e T3, todas apresentaram a presença de histamina. Os valores médios de caranguejo foram: 2,31; 2,40; 3,60 mg/100g de histamina para o Lote A1 e 3,01; 3,21; 3,53 mg/100g de histamina para o Lote A2; no siri encontrou-se 3,17; 3,32; 4,28 mg/100g no Lote A1 e 1,81; 2,31; 5,26 mg/100g no Lote A2. Todas as concentrações estão abaixo de 10

mg/100g, de acordo com o limite máximo preconizado pela Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1997).

A histamina encontrada nesses crustáceos, mesmo abaixo do previsto pela legislação, pode ser potencializada pela ação intoxicante de outras aminas biogênicas o que levaria à casos de intoxicação e/ou casos alérgicos ou ação de interferentes que não foram removidos na etapa de extração. Observa-se na Figura 11 que a produção de histamina em caranguejo nos Lotes A1 e A2 teve um aumento significativamente crescente, isso pode ser explicado pelo fato de haver um prolongamento de exposição desses animais à condições desfavoráveis da captura e processamento da carne. Na maioria dos alimentos ricos em proteínas e aminoácidos, submetidos a condições higiênico-sanitárias inadequadas e condições favoráveis ao crescimento microbiano, pode-se ter a produção de aminas biogênicas (SILLA-SANTOS, 1996).

No caranguejo contaminação também pode ocorrer através do manuseio descuidado por parte dos catadores, pelo inadequado acondicionamento que recebe e pela longa trajetória quando capturado até o consumo (CÉSAR, 2002).

O desconhecimento e como consequência a não execução das BPF pelos manipuladores da carne do caranguejo-uçá é sem dúvida, o início para a obtenção de um produto com risco potencial à saúde do consumidor, tendo em vista que o processo de “catação” é realizado, em sua grande maioria, sem as mínimas condições higiênico-sanitárias para garantir a segurança e a qualidade alimentar (MIYAKE, 2008).

A deterioração de crustáceos parece ser bastante similar à do peixe, começando nas partes externas devido à anatomia desses organismos. A presença de altas quantidades de aminoácidos livres torna-os extremamente suscetíveis ao rápido ataque da microbiota deteriorante que pode ser acompanhada pela produção de grandes quantidades de bases nitrogenadas voláteis e histamina (SILVA, 2006).

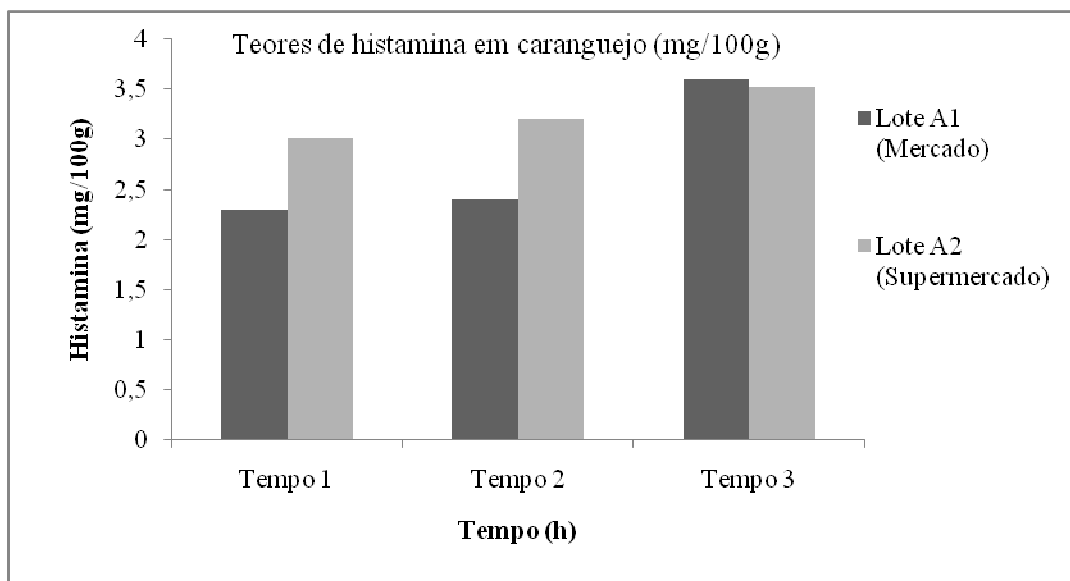


Figura 11: Teores de histamina no caranguejo dos Lotes A1 e A2.

Em amostras de siri, marisco e ostra *in natura* Taylor & Lieber (1978) *apud* OLIVEIRA (2004) encontraram valores de histamina que oscilaram de 0,05 a 0,24, com média 0,13 de 0,06 a 0,32, com média igual a 0,19 e de 0,04 a 0,64, com média igual a 0,18 mg/100g, respectivamente. Os resultados comprovaram que 99% das amostras apresentavam níveis inferiores a 25mg/100g, com valores médios iguais a 3,58 mg/100g e máximo de 31,5 mg/100g.

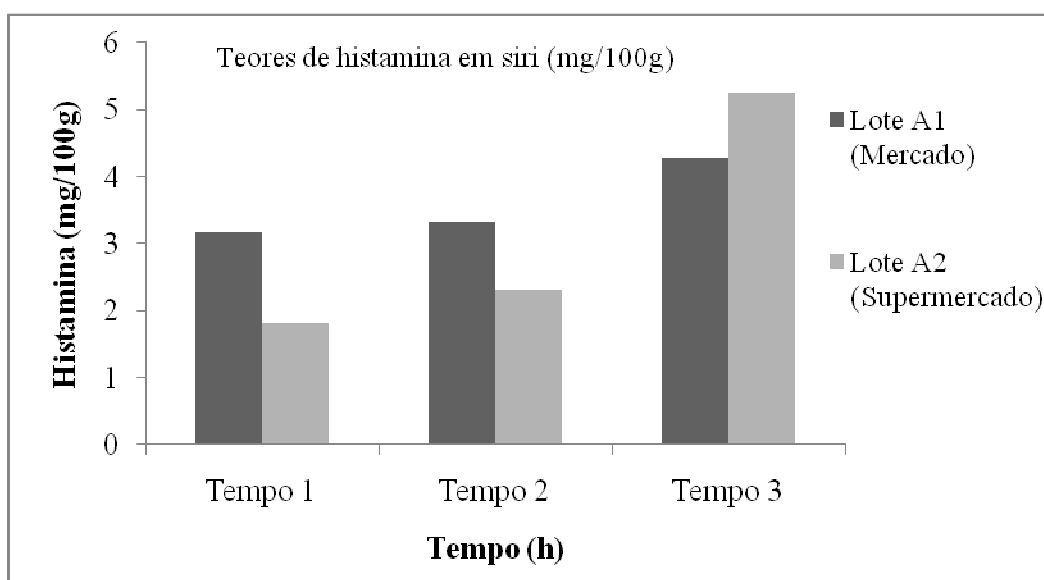


Figura 12: Teores de histamina no siri dos Lotes A1 e A2.

Vale ressaltar que em nosso experimento os resultados obtidos nas amostras de caranguejo e siri, situaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira

vigente (BRASIL, 1994; BRASIL, 1997b). Entretanto, poucos dados foram encontrados na literatura sobre estas duas espécies, o que impede uma melhor discussão dos dados, para amostras comercializadas frescas ou processadas no comércio varejista.

Segundo Ungar *et al.*, (1992) *apud* VICENTE (2005), na inspeção sanitária do pescado, maior atenção deve ser dada ao aspecto preventivo no que se concerne à cadeia de comercialização, no sentido de minimizar os riscos de ocorrência de surtos de toxiinfecções alimentares. Isto pode ser alcançado efetivando-se um eficiente programa de segurança alimentar, voltado aos aspectos inerentes ao comércio do pescado, tais como, o treinamento da mão-de-obra que manipula o pescado, principalmente feirantes e trabalhadores do comércio varejista.

6. CONCLUSÕES

- Dentre as espécies analisadas o caranguejo-uçá apresentou o maior percentual de umidade havendo diferenças significativas nos lotes obtidos de mercado municipal e do supermercado, respectivamente, enquanto o siri apresentou o maior valor de cinzas e de lipídeos não havendo diferença significativa entre os dois lotes. A cavala e robalo destacaram-se pelos altos teores de proteínas e baixo teores de minerais;
- Em relação às Bases Voláteis Totais (BVT) todas as espécies dos lotes obtidos de mercado municipal e do supermercado, situaram-se dentro dos padrões aceitáveis pela legislação, entretanto, os valores de Trimetilamina (TMA), situaram-se todos acima do valor estabelecido pela legislação que é acima de 4mg/100g;
- Em relação ao índice de rancidez avaliado pelo TBA, as espécies cavala e robalo apresentaram os mais altos teores havendo diferença significativa em ambos os lotes;
- Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados, o robalo apresentou a maior predominância com 21,85%, destacando-se ácido oléico (C18:1 ω -3) com uma concentração de 16,53%;
- Em relação aos ácidos graxos a espécie siri em ambos os lotes, apresentou o maior teor de ácidos graxos poliinsaturados destacando-se o EPA-(C20:5 ω -3);
- Os teores de histamina variaram em função do período de aquisição (T1-manhã, T2-meio-dia e T3-fim de tarde) para todas as espécies em ambos os lotes. Os crustáceos caranguejo e siri apresentaram os menores teores em ambos os lotes. A espécie de peixe robalo adquirida no Lote A1 (mercado) apresentou concentrações superiores à

15,15; 19,52; 21,81 mg/100g, permitida pela legislação que é de 10 mg/100g de amostra.

SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

- Realizar determinações da histamina em pescado, correlacionando com o efeito potencializante de outras aminas biogênicas.
- Caracterizar outras espécies de peixes e crustáceos comercializados em Aracaju/Se, quanto ao perfil dos ácidos graxos.
- Caracterizar outras espécies de peixes e crustáceos comercializados em Aracaju/Se, quanto à presença de histamina em função das diversas formas de beneficiamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHESON, D.W.K. **Pediatric Gastrointestinal Disease**. 3ª edição, p. 485-501, 2000.

ADEYEYE, E.I. Determination of the chemical composition of the nutritionally valuable parts of male and female common West African fresh water crab *Sudananautes africanus africanus*. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v.53, p. 189–196, 2002.

ALASALVAR, C.; TAYLOR, K.D.A.; ZUBCOV, E.; SHAHIDI, F.; ALEXIS, M. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. **Food Chemistry**, v.79, p. 145–150, 2002.

ALVES, D.; LUQUE, J. L. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos de cinco espécies de Escombrídeos (*Perciformes: Scombridae*) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v.15, nº 4, p. 167-181, 2006.

ANDRADE, P. F. *Avaliação do prazo de vida comercial do atum (Thunnus atlanticus) armazenados sob refrigeração*. 2006. 97p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

ANLI, R. E., VURAL, N., YILMAZ, S., & VURAL, Y. H. The determination of biogenicamines in Turkish red wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, nº 53–62, 2004.

AOAC. Fish and other marine products. **Official methods of analysis**, v. 2. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, 1995.

AOKI, P.C. M.; XAVIER, S. Z.; FERRI L.S.; CARVALHO M. A. G.; ROSSONI M.C. Aspectos gerais da família Centropomidae e uma proposta de cultivo do robalo-peba (*Centropomus parallelus* poey, 1860) no estado do Espírito Santo. **Revista do Centro Universitário Vila Velha (ES)**, v. 3, n. 1, jan./jul., 2002.

AUERSWALD, L.; MORREN, C.; LOPATA, A.L. Histamine levels in seventeen species of fresh and processed South African seafood. **Food Chemistry**, v.98, p.231–239, 2006.

AVELAR; E.C.; FRANÇA, A. S.; FERRAZ, V.P. **Desenvolvimento e otimização de metodologia de cromatografia gasosa para identificação e quantificação de amins bioativas em alimentos**. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, p.1-6, 2005.

BADOLATO,E.S.G.; CARVALHO,J.B.; AMARAL MELLO,M.R.P.; TAVARES,M.; CAMPOS, N.C.; AUED-PIMENTEL,S.; MORAIS,C. 1994. Composição centesimal, de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, n. 1, p. 27-35.

BAO-SHYUNG, H., JIH-TERNG, W., YOUK-MENG, C. A rapid gas chromatographic method for the determination of histamine in fish and fish products. **Food Chemistry**, p. 329–334, 2003.

BARDOĆZ, S. The role of dietary polyamines. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 47, p. 683–690, 1993.

BARROSO, M. V.; PEREIRA JUNIOR, M. A.; TARDIN, F. D. **Frequência relativa das populações de robalo *Centropomus parallelus*, *Centropomus undecimalis* e *Centropomus ensiferus* na foz do Rio Doce**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 14, 2005, Fortaleza. Anais. Fortaleza: CONBEP, p.1035-1049, 2005.

BELDA, M.C.R.; POURCHET-CAMPO, M.A.A. 1991. Ácidos graxos essenciais em nutrição: Uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 11, n. 1, p.5-35.

BEZERRA, S. N. A pesca da cavala e da serra na região Nordeste. **Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil**: IBAMA, 2005.

BITTENCOURT, V. F. N. Proteção a pesca do robalo (*Centropomus parallelus*) na Foz do Rio Mambucaba, Angra dos Reis – RJ. **Revista Educação Ambiental BE-597**, v. 2, p. 38-43, 2009.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A.; **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992.

BRANCO, J.O.; THIVES, A. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (*Crustacea, Portunidae*) no manguezal do Itacorubi, SC, Brazil. **Arq. Biol. Tecnol.** 34 (3/4): 415-424, 1991.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto número 30691 de 29 de março de 1952, alterado pelo decreto número 1255 de 25 de junho de 1962, número 1236 de 02 de setembro de 1994, número 1812 de 08 de fevereiro de 1996 e número 2244 04 de junho de 1997. Aprova o novo **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 1997^a.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997. Define o limite tolerável de histamina em peixes no Brasil**. Disponível em < http://200.252.165.21/sda/diopa/portaria_185.htm>. Acesso em: 10/09/2009.

BRINK, B., DAMINK, C., JOOSTEN, H. M. L. J. & HUIS IN'T VELD, J. H. J. Investigation of biogenic amines in fish and fish products. **International Journal of Food Microbiology**, v.11, nº.1, p.73-84, 1990.

BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional of cardiovascular diseases**. Report on health and social subjects, nº 46. London, 1994.

BRUSCHI, F.L.F. *Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação*. 2001, 58p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanografia), Centro de Ciências Tecnológicas, da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina.

CARVALHO-FILHO, A. **Peixes: Costa Brasileira**. São Paulo, Editora Marca d'Água Ltda. 1992, 304 p.

CARVALHO, M. O. X. *Idade e crescimento do robalo-flecha, Centropomus undecimalis (BLOCH, 1792) E Robalo-peva, Centropomus parallelus (POEY, 1860) (Osteichthyes: Centropomidae), no sudeste do Brasil*. 2006. 75p. Dissertação (Mestre em Ciências Marinhas Tropicais), Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CASTILHO, G. G. *Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (L.) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, BRASIL*. 2006. 101p. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CASTRO, A. C. L.; CORREIA, M. M. F.; NASCIMENTO, A. R.; JÚNIOR, R. N. P.; GAMA, L. R. M.; SOUSA, M. M.; SENA A.C.S. ; SOUSA, R. C. C. **Aspectos bioecológicos do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus cordatus*, L.1763) (Decapoda, brachyura) nos manguezais da ilha de São Luís e litoral oriental do Estado do Maranhão, Brasil**. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 3, nº 6, jan./jun., 2008.

C.E. (Comunidade Européia). Regulamento (CE) Nº 2073/2005 da Comissão de 15 de novembro de 2005. Relativo à critérios microbiológicos aplicáveis aos gêneros alimentícios. **Jornal Oficial da União Européia**, 2005.

ÇELIK, M.; TURELI, C; CELIK, M; YANAR, Y; ERDEM, U; KUCUKGULMEZ, A. Fatty acid composition of the blue crab (*Callinectes sapidus Rathbun*, 1896) in the north eastern Mediterranean. **Food Chemistry**, v. 88, p. 271–273, 2004.

ÇELIK, M. Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p. 933–938, 2008.

CEPENE (Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste). **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil - 2000 / -2001-** Tamandaré, PE: 2007.

CERQUEIRA, V.R. **Cultivo de Robalo: Aspectos de Reprodução, Larvicultura e Engorda**. Florianópolis, Editora Autor, 94 p., 2002.

CÉSAR, K. L. V. *Análise higiênico-sanitária da carne do caranguejo-uçá, comercializada em dois municípios litorâneos do estado do Pará*. 2002. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Doenças Tropicais, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

CHANG, S.C.; KUNG, H.F.; CHEN, H.C.; LIN, C.S.; TSAI, Y.H. Determination of histamine and bacterial isolation in swordfish fillets (*Xiphias gladius*) implicated in a food borne poisoning. **Food Control**, v.19, p. 16–21, 2008.

CHEN, D.; ZHANG, M.; SHRESTHA, S. Compositional characteristics and nutritional quality of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). **Food Chemistry**, v.103, p.1343–1349, 2007.

CONNELL, J. J. **Control of fish quality**. Fishing News. Farnham: Surrey, 4. ed. , 1995.

DELGADO, R.; GUTIÉRREZ, C. J. C.; HURTADO, Á.; Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) de origen marino en Nueva Esparta II. Características clínicas y Etiológicas. **Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel**, v.34, nº 2, 2003.

DHSS. Department of Health and Social Security. Report on health and social subjects nº28, Diet and cardiovascular Disease, London. Apud: **Meat Science**, v. 42, p. 443-56, 1984.

FDA. 2001a. **Scombrototoxin (histamine) formation**. Ch. 7. In Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Ed. 3., p. 83-102. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>>. Acesso em: 18 de junho de 2009.

FILHO, M. M. R.; RAMOS, M.I.L.P. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 361-365, abr.-jun., 2008.

FISHBASE. A global information system on fishes. Disponível em: <http://www.fishbase.org>>. Acesso em: 25 agosto de 2008.

FOLCH, J. *et al.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biochem.**, v. 26, p. 497-509, 1957.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 9. Ed. 307p., 1998.

GILMORE, R.G.; DONAHOE, J. & COOKE, D.W. Observations on the distribution and biology of the common snook, (*Centropomus undecimalis*, Bloch). **Flor. Scient.**, v.46, p. 313-336, 1983.

GILLMAN, B.L. *Development and characterization of pastas containing underutilized crab mince*. 2001. 192p. Tese (Doutor em Ciência dos Alimentos e Nutrição Humana), University of Maine, B.S.

GLORIA, M.B.A. **Bioactive amines. Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. Ed. Marcel Dekker, v.4, p.1-38, 2005.

GOKOOLU, N.; YERLIKAYA, P. Determination of proximate composition and mineral contents of blue crab (*Callinectes sapidus*) and swim crab (*Portunus pelagicus*) caught off the Gulf of Antalya. **Food Chemistry**, v. 80, p. 495–498, 2003.

GRIGORAKIS, K.; ALEXIS, M. N.; TAYLOR, K. D. A.; HOLE, M. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): composition, appearance and seasonal variations. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.477–484. 2002.

GUERREIRO, L. **Criação de siri mole**. Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas / SBRT, Rio de Janeiro, 2006.

GUTIÉRREZ, A.; CASTRO, V.; UGALDE, F.; CHIRAPOZU, A.; LIZARRALDE, E.; MARTÍNEZ, M. Intoxicación por escombrotóxina. Presentación de siete casos en dos brotes familiares *Scombroid fish poisoning*. **Gaceta Médica de Bilbao**, v. 98, nº 2, abr.-jun., 2001.

HALÁSZ, A.; BARATH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends in Food Science and Technology**, v.5, n.2, p.42-49, 1994.

HARTMAN, L., LAGO, B.C. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, p.475-477, 1973.

HATTORI, G. Y. et al. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustácea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zootecia**, v.20, n. 2, p. 309-3013, jun. 2003.

HATTORI, G. Y. *Densidade populacional do caranguejo-uçá Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) na região de Iguape (SP)*. 2006. 143p. Tese (Doutor em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

HUSS, H.H. **Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros**. *FAO Documento Técnico de Pesca*. Roma: FAO, nº. 334, 174p., 1997.

HWANG, B.S.; WANG, J.T.; CHOONG. A rapid gas chromatographic method for the determination of histamine in fish and fish products. **Food Chemistry**, v. 82, p. 329–334, 2003.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). Report for biennial period, Part II, **Executive Summaries on species**: Small Tunas: v. 2, p. 128-135, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Inst. Adolfo Lutz**. 4ª Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IVO, C.T.C.; GESTEIRA, T.C.V. Sinopse das observações sobre a bioecologia e pesca do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado em estuários de sua área de ocorrência no Brasil. **Bol. Tec. Cient. do CEPENE**, v. 7, nº.1, p. 9-52, 1999.

IZQUIERDO-PULIDO, M. L.; VIDAL-CAROU, M.C.; MARINE-FONT, A. Determination of biogenic amines in beers and their raw materials by ion-pair liquid chromatography with postcolumn derivatization. **Journal of AOAC International**, v.76, nº5, p.1027-1032, 1993.

KELLEHER, S.D.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. **J. Food Sci.**, v. 59, nº.2, p.269-271, 1994.

KHUHAWAR, M. Y.; ZARDARI, L. A.; LAGHARI, A. J. Ethyl chloroformate as a derivatizing reagent for capillary GC determination of dopamine, adrenaline, putrescine, and histamine. **Chromatographia**, v.67, nº 9-10, mai., 2008.

KUAYE, A.Y. *Comparação dos métodos para determinação das bases nitrogenadas em pescado: parâmetros críticos e modificações*. 1982. 95f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

KUÇUKGULMEZ, A.; CELIK, M.; YANAR, Y.; ERSOY, B.; CIKRIKCI, M. Proximate composition and mineral contents of the blue crab (*Callinectes sapidus*) breast meat, claw meat and hepatopancreas. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 1023–1026, 2006.

KYRANA, V. R.; LOUGOVOIS, V. P. Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.319-328, 2002.

LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal). **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília: Ministério da Agricultura, v. 2, cap. 11. Pescado Fresco, 1981.

LAPA-GUIMARÃES, J. *Aminas biogênicas, aminas voláteis, triptofano livre e uréia como índices químicos de qualidade e frescor do pescado*. 2005, 124p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LEHANE, L.; OLLEY, J. Review: Histamine fish poisoning revisited. **International Journal of Food Microbiology**. v. 58, p 1-37, 2000.

LEITÃO, M. F. F.; BALDINI, V. L. S.; UBOLDIEIROA, M. N.; DESTRO, M. T. Bactérias produtoras de histamina em pescado de origem marinha. **Coletânea ITAL**, v.13, p.83-98, 1983.

LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: Uma revisão. **Revista de nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.

LIRA, G.M.; FILHO, J. M.; SANT'ANA, L. S.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A.C.; OMENA, C.M.B.; NETA, M.L.S. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-Al. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, v. 40, nº. 4, out./dez., 2004.

LIRA, G.M.; MANCINI, FILHO, J.; TORRES, R.P.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, A.M.A.; OMENA, C.M.B.; ALMEIDA, M.C.S. Composição centésima, valor calórico, teor de colesterol e perfil de ácido graxos da carne de búfalo (*Bubalis bubalis*) da cidade de São Luís do Quitunde-AL. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 64, nº1, p. 31-38, 2005.

LIRA, G.M.; TORRES, E.A.F.S.; SOARES, R. A.M.; MENDONÇA, S.; COSTA, M.F.; SILVA, K.W.B.; SIMON, S. J.G.B.; VERAS, K. M.A. Nutritional value of crustaceans from Lagoone-Estuary Complex Mundaú/Manguaba-Alagoas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, nº3, p. 261-267, 2007.

LOURENÇO L.F.H; OLIVEIRA M.L.; PINTO, C.M.C.; PEREIRA, D.X.P. Análises físico-químicas e microbiológicas de carne de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763),

comercializada nos municípios de São Caetano de Odivelas e Belém, PA. **Higiene de Alimentos**, v.20, nº142, p.90-95, 2006.

MARSHALL, A.R. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). **Flor. Board Cons. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.**, nº.22, 1958.

MENEZES, M.E.S.; LIRA, G.M.; OMENA, C.M.B.; FREITAS, J.D.; FREITAS, M.L.F.; GOULART, H.F.; SANT'ANA, A.E.G. **Valor Nutricional de Espécies de Peixes da Costa Marítima de Alagoas**. Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2004.

MENEZES, M.E.S. *Valor nutricional de espécies de peixes (água salgada e estuário) do Estado de Alagoas*. 2006. 100p. Dissertação (Mestre em Química e Biotecnologia), Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas.

MIYAKE, S.T.M.; BICHARA, C.M.G.; Silva, F.E.R.; BITTENCOURT, R.H.F.P.M.; SILVA, M.C. **Avaliação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante a obtenção da carne de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**. In: Instituto de Saúde da Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2008.

MOREIRA, A.B.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M. composição de ácidos graxos e teor de lipídios em cabeças de peixes: matrinxã (*B. Cephalus*), piraputanga (*B. Microlepis*) e piracanjuba (*B. Orbignyanus*), criados em diferentes ambientes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p. 179-183, 2003.

MORENO, R. B.; TORRES, E. F.S.; NETO, J. M. M. Avaliação dos níveis de histamina em sardinhas frescas comercializadas na CEAGESP de São Paulo. **Revista Eletrônica de Epidemiologia das Doenças Transmitidas por Alimentos**, v. 3, nº.5, 2003.

MURRAY, C. K.; HOBBS, G.; GILBERT, R. J. Scombrotoxin and scombrotoxin-like poisoning from canned fish. **Journal of Hygiene**, v.88, nº.2, p.215-220, 1982.

MIYAKE, S. T. M. *Avaliação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante a obtenção da carne de caranguejo-uçá, *ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)*. Monografia-UFRA, Universidade Federal Rural da Amazônia. 54f. TCC-Curso de Medicina Veterinária. Belém, 2008.

NACZK, M.; WILLIAMS, J.; BRENNAN, K.; LIYANAPATHIRANA, C.; SHAHIDI, F. Compositional characteristics of green crab (*Carcinus maenas*). **Food Chemistry**, v.88, p.429–434, 2004.

NEUMANN, A.I.C.P.; PHILIPPI, S.T.; CRUZ, A.T.R.; MARIMOTO, J.M.; FISBERG, R.M. A pirâmide alimentar na orientação nutricional de indivíduos portadores de doenças cardiovasculares. **Nutrire: Rev. da Soc. Brasileira de Aliment. e Nut.**, v. 19, p.7-17, 2000.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado. V.1. São Pulo: Livraria Varela, 1999.

OGAWA, M.; SILVA, A.I.M.; OGAWA, N.B. P.; MAIA, E. L.; NUNES, M. L. Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, nº1, p.78-82, jan.-mar. 2008.

OLIVEIRA, H. A. C.; SILVA, H. C. M.; SAMPAIO, A. H.; VIANA, F. A. SAKER-SAMPAIO. Determinação de histamina por cromatografia líquida de alta eficiência de fase reversa em atum e sardinha enlatados. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p.179–188, out., 2004.

OLIVEIRA, G. M. **Pesca e aquíicultura no Brasil, 1991-2000: produção e balanço comercial**. Brasília: IBAMA, 2005.

OLIVEIRA, F. R.; LIRA, G. M.; TORRES, E. A. F. S.; SOARES, R.A.M.; MENDONÇA, S.; SILVA, K. W. B. Efeito do beneficiamento sobre o valor nutricional do peixe mandim (*Arius spixii*). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, nº. 4, out./dez., 2008.

OLIVEIRA, N.M.S.; OLIVEIRA, W.R.M.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, J.M.S.F.; VICENTE, E.; FIORINI, J.E.; BRESSAN, M.C. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, nº1, p. 83-89, jan.-mar., 2008.

ONAL, A. A review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. **Food Chemistry**, v. 103, p.1475–1486, 2007.

PACHECO-AGUILAR, R.; LUGO-SANCHEZ, M. E.; VILLEGAS-OZUNA, R. E.; ROBLESBURGUENO, R. Histamine quantification in Monterey sardine muscle and canned products from Northwestern Mexico. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.11, p.188-195, 1998.

PATANGE, S.B.; MUKUNDAN, M.K.; KUMAR, K. A. A simple and rapid method for colorimetric determination of histamine in fish flesh. **Food Control**, v.16, p. 465–472, 2005.

PEDROSA, L.F.C.; COZZOLINO Si. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 154-157, 2001.

PEÑA, C. V. M. *Histamina e tiramina em embutidos cárneos*. 2006. 84p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

PEREIRA, Á. A.F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha *Sardinella brasiliensis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, nº.4, p. 720-725, out.-dez., 2005.

PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G. **Manual de apoio à fiscalização do Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Itajaí, Santa Catarina: Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul – CEPSUL, 2001.

POMBO, C.R. *Avaliação físico-química e bacteriológica de peixes anchovados*. 2007. 87p. Dissertação (Mestre em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de

Origem Animal), Centro de Ciências Médicas, Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, 2007.

PRESTES, O.D.; PRESTA M.A.; KOLBERG, D. I. S.; ZANELLA, R. Desenvolvimento e validação de um método analítico para a determinação de histamina em vinhos utilizando cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por fluorescência. **Química Nova**, v. 30, nº 1, p.18-21, 2007.

RODRIGUES, E. S.; PITA, J. B.; LOPES, R. G. Pesca artesanal de siris (*Crustacea, decapoda*, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), BRASIL. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, nº1, p. 7-19, 2001.

RODRIGUES, M. A. **Crescimento e ciclo de mudas de *Callinectes sapidus* (RATHBUN, 1896) no Estuário da Lagoa dos Patos**. Dissertação (MESTRADO), Universidade Federal do Rio Grande, 2006.

RODRIGUES, K.B. **Histamina x pescado**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária), Centro Universitário Vila Velha, Espírito Santo, p. 11-16, 2007.

ROOS, N.M.; SIEBELINK, E.; BOTTS, M.L.; VAN TOL, A.; SCHOUTEN, E.G.; KATAN, M.B. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Basingstok, v.56, nº. 7, p. 674-679, 2002.

RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. **Food Chemistry**, v. 89, p.347-354, 2005.

SAAD, M.; SAAD, B.; HASHIM, N. H.; MOHAMED ALI, A. S.; SALEH, M.I. Determination of biogenic amines in selected Malaysian food. **Food Chemistry**, 2008.

SALINAS, R.D. Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SHAKILA, R.J.; VASUNDHARA, T.S.; KUMUDAVALLY, K.V. A comparison of the TLC-densitometry and HPLC method for the determination of biogenic amines in fish and fishery products. **Food Chemistry**, v. 75, p. 255–259, 2001.

SHALABY, A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, v.29, p.675–690, 1996.

SHIN-HEE, K., *et al.* Histamine and biogenic amine production by *Morganella morganii* isolated from temperature-abused albacore. **Journal of Food Protection**, v. 63, nº. 2, p. 244-251, 2000.

SILLA SANTOS, M. H. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal Food Microbiology**, v.29, p.213–231, 1996.

SILVA, T. M. *Otimização e validação de método para determinação de histamina em pescado*. 2008. 92p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

SKONBERG, D.I.; PERKINS, B.L. Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. **Food Chemistry**, v.77, p. 401–404, 2002.

SOARES, V. F. M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G. ; GLÓRIA, M. B. A. . Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, nº4, p. 462-467, 1998.

SOARES, A. L. S. **Análise econômica da pesca de caranguejos-de-profundidade (*Chaceon ramosae* e *C. notialis*) capturados na costa do Brasil no período de 1999 a março 2004**. Relatório Técnico apresentado à 3a Sessão Ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/ Demersais)/ SEAP/PR – Itajaí, SC, 2005.

STEVANATO, F.B. **Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar**. Maringá, 2006, 59p. Dissertação (Mestre em Química), Departamento de química, Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

SUZZI, G.; GARDINI, F. Biogenic amines in dry fermented sausages: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.88, p.41– 54, 2003.

TALIADOUROU, D.; PAPADOPOULOS, V.; DOMVRIDOU, E.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Microbiological, chemical and sensory changes of whole and filleted Mediterranean aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. **J. Sci. Food Agric.** v.83, p.1373–1379, 2003.

TAYLOR, S. L. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. **CRC Critical Reviews in Toxicology**, v.17, nº.2, p.91-128, 1986.

TEN BRINK, B.; DAMINK, C.; JOOSTEN, H. M. L. J.; HUIS IN.T VELD, J. H. J. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v.11, nº.1, p.73-84, aug. 1990.

TIBA, R. M. *Crioconservação do sêmen de robalo-peva *Centropomus parallelus* (POEY, 1860)*. 2007. 56p. Dissertação (Mestre em Aqüicultura e Pesca), Programa de Pós-graduação em aqüicultura e pesca, Instituto de Pesca, São Paulo.

TSAI, Y.; LINA, C.; CHANGB, S.; CHENC, H.; KUNGA, H., WEID, C.; HWANG, D. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan. **Food microbiology**, v.22, p.461–467, 2005.

VASCONCELOS, M.M.M. *Efeito do cozimento e preparo de pratos regionais sobre o teor de colesterol em crustáceos, moluscos e peixes do Estado do Ceará*. 1995. 86p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Ceará.

VICENTE, C. P. *Avaliação da qualidade do pescado fresco comercializado no comércio varejista no município de São Gonçalo-RJ*. 2005. 51p. Dissertação (Mestre em Medicina

Veterinária), Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.

VIRGA, R.H.P. *Análise quantitativa de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Pb e Zn) em siris-azuis do gênero Callinectes SP (Crustacea, Portunidae), provenientes do Rio Cubatão, Cubatão, São Paulo, Brasil*. 2006. 38p. Dissertação (Mestre em Saúde Coletiva), Programa de Saúde Coletiva, Universidade Católica de Santos, Santos.

VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P. de O.; IKEGAKI, M. Concentração de ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosapentaenóico (DHA) em peixes da costa brasileira. **Ciênc. e Tecn. Alim.** Campinas, v.20, nº 1, p. 90-93, 2000.

XU, Y.; XIA, W.; KIM, J. M. Biogenic and volatile amines in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) stored at different temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.10, p. 1-5, 2008.

YEH, Y. C.; LIN, S.J.; HWANG, D.J. Biogenic amines, histamine and label of dressed fried fish meat products in Taiwan. **Food Control**, v.17, p.423–428, 2006.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, p.343-358, 2008.